

## La relation humain-robot dans un espace public au contact direct des utilisateurs

Travail de Bachelor réalisé en vue de l'obtention du Bachelor HES



Photo d'Etienne Delacrétaz

par :

**Nicola BRENTINI**

Conseiller au travail de Bachelor :

**Rolf HAURI, chargé d'enseignement**

**Carouge, 07.05.2014**

**Haute École de Gestion de Genève (HEG-GE)**

**Filière Informatique de gestion**

## Déclaration

Ce travail de Bachelor est réalisé dans le cadre de l'examen final de la Haute Ecole de Gestion de Genève, en vue de l'obtention du titre < ... >.

L'étudiant a envoyé ce document par email à l'adresse remise par son conseiller au travail de Bachelor pour analyse par le logiciel de détection de plagiat URKUND.  
[http://www.orkund.fr/student\\_gorsahar.asp](http://www.orkund.fr/student_gorsahar.asp)

L'étudiant accepte, le cas échéant, la clause de confidentialité. L'utilisation des conclusions et recommandations formulées dans le travail de Bachelor, sans préjuger de leur valeur, n'engage ni la responsabilité de l'auteur, ni celle du conseiller au travail de Bachelor, du juré et de la HEG.

« J'atteste avoir réalisé seul le présent travail, sans avoir utilisé des sources autres que celles citées dans la bibliographie. »

Fait à Carouge, le 07.05.2014

Nicola Brentini

## Remerciements

Premièrement, je souhaite remercier Monsieur Rolf Hauri pour avoir accepté de suivre ce projet avec moi et pour les conseils qu'il a pu me fournir.

Je souhaite ensuite remercier chaleureusement toute l'équipe de Genève Aéroport avec qui j'ai eu la possibilité de travailler sur le projet Robbi et qui m'a permis d'alimenter mon travail. Particulièrement, Monsieur Gilles Brentini avec qui j'ai eu une étroite collaboration et qui m'a énormément aidé pour la mise en place des missions avec le robot, ainsi que Monsieur Massimo Gentile qui a supervisé le projet.

Un grand merci à ma sœur Sonia Brentini pour ses conseils en matière de montage numérique dans le cadre du projet Envol et pour les images fournies, insérées dans ce travail.

Finalement un grand merci aussi à ma famille qui a su me soutenir lors de la rédaction de ce travail et pour les conseils et corrections apportés.

## Résumé

Ce travail traite le thème de la robotique sur un aspect bien particulier : la relation humain-robot à l'intérieur d'un espace public. Pour ce faire, il a été divisé en trois grandes parties :

La première aborde l'historique de la robotique, de sa naissance à son état actuel. On retrouve les grands échelons qui ont permis le développement des robots modernes, ainsi que de nombreux exemples illustrant les évolutions technologiques durant les siècles.

La deuxième, quant à elle, présente un tour d'horizon de l'état de l'art actuel dans les différents secteurs d'utilisation. Du robot domestique à celui industriel, chaque exemple expose les prouesses de l'homme dans ces domaines, alliant technologie, design et fonctionnalités.

Finalement, la troisième partie se tourne vers l'étude d'un cas pratique permettant de traiter la problématique de ce travail. L'idée étant d'exposer les problèmes et les difficultés rencontrées lors de la mise en place d'un robot à l'intérieur d'un espace public, entrant en contact avec des utilisateurs. Pour ce faire, l'implication et l'analyse du projet Robbi de Genève Aéroport a permis l'élaboration de conseils et astuces dédiés à toutes personnes désirant mettre en place un robot de ce type.

# Table des matières

<b>Déclaration.....</b>	<b>i</b>
<b>Remerciements .....</b>	<b>ii</b>
<b>Résumé .....</b>	<b>iii</b>
<b>Table des matières.....</b>	<b>iv</b>
<b>Liste des tableaux .....</b>	<b>vi</b>
<b>Liste des figures.....</b>	<b>vi</b>
<b>1. Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Contexte .....</b>	<b>2</b>
2.1 Qu'est-ce qu'un robot ?.....	2
2.2 Qu'entend-on nous par espace public ? .....	2
<b>3. Les robots dans la littérature .....</b>	<b>3</b>
3.1 Les Golems.....	4
3.2 Le mythe de Pygmalion .....	4
3.3 Frankenstein.....	5
3.4 Pinocchio.....	6
3.5 Karel Capek .....	6
3.6 Isaac Asimov .....	7
<b>4. Historique de la robotique .....</b>	<b>10</b>
4.1 Invention de la roue .....	10
4.2 Invention de la clepsydre .....	10
4.3 Automates (1ère génération).....	11
4.3.1 Histoire.....	11
4.3.2 Aspects techniques.....	13
4.4 Robots (2ème génération) .....	13
4.5 Cybernétique .....	15
4.6 Robots (3ème génération) .....	16
4.7 Finalement quelle est la différence entre un automate et un robot ? .....	17
4.8 L'intelligence artificielle (IA).....	17
4.8.1 Origine .....	18
4.8.2 Test de Turing.....	18
4.8.3 Intelligence artificielle forte .....	19
4.8.4 Intelligence artificielle faible.....	20
4.8.5 Secteurs d'application .....	21
<b>5. Secteurs d'utilisation .....</b>	<b>24</b>
5.1 Domaine professionnel.....	24
5.1.1 Robots industriels.....	26

5.1.2	Robots de laboratoire.....	29
5.1.3	Robots médicaux .....	30
5.1.4	Robots militaires .....	31
5.1.5	Robots spatiaux .....	35
<b>5.2</b>	<b>Domaine public .....</b>	<b>39</b>
5.2.1	Robots ménagers.....	40
5.2.2	Robots de divertissement et d'aide à la personne .....	41
<b>6.</b>	<b>Types de robot.....</b>	<b>45</b>
6.1	Robots spécialisés.....	45
6.2	Robots grand public .....	45
<b>7.</b>	<b>Robbi .....</b>	<b>47</b>
7.1	Historique d'un projet innovateur .....	47
7.2	Aspects techniques .....	50
7.2.1	Le socle .....	50
7.2.2	L'écran .....	50
7.2.3	La navigation.....	51
7.2.4	La cartographie .....	51
7.3	Expériences à Genève Aéroport .....	52
7.3.1	Un été au contact des utilisateurs .....	52
7.3.2	Salon Envol 2014.....	57
7.4	Perspectives d'évolutions .....	58
7.4.1	Trouver la valeur ajoutée.....	58
7.4.2	Un déploiement stratégique .....	59
7.4.3	L'importance de l'interface .....	61
7.4.4	L'importance du design .....	62
7.4.5	Provoquer l'envie d'interaction .....	63
7.4.6	L'aspect marketing .....	64
<b>8.</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>66</b>
	<b>Bibliographie .....</b>	<b>68</b>
	<b>Annexe 1 : Rapport Robbi – 19.07.2013 / 09.08.2013 .....</b>	<b>75</b>

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Extrait d'un fichier de log (02.08.2013).....	54
---	----

## Liste des figures

Figure 1 : Représentation d'un Golem.....	4
Figure 2 : Frankenstein, illustration du livre (édition 1831).....	5
Figure 3 : Pinocchio, illustration par Enrico Mazzanti (1883) .....	6
Figure 4 : R.U.R, illustration de la pièce de 1930.....	7
Figure 5 : Isaac Asimov, illustration par Rowena Morrill .....	8
Figure 6 : Clepsydre romaine .....	10
Figure 7 : Canard digérateur de Vaucanson.....	11
Figure 8 : L'écrivain, le musicien et le dessinateur des Jaquet-Droz.....	12
Figure 9 : Philidog .....	14
Figure 10 : Squee.....	14
Figure 11 : Wabot-2 (à gauche) et Wabot-1 (à droite) .....	17
Figure 12 : Test de Turing .....	19
Figure 13 : Garry Kasparov vs Deep Blue .....	22
Figure 14 : Ventes annuelles de robots industriels .....	25
Figure 15 : Utilisations des robots professionnels.....	26
Figure 16 : Exemples de types de robots industriels.....	27
Figure 17 : Unimate.....	27
Figure 18 : KUKA Famulus.....	28
Figure 19 : KUKA Titan .....	28
Figure 20 : KUKA Agilus.....	28
Figure 21 : Hugot Boss.....	29
Figure 22 : Da Vinci.....	31
Figure 23 : CyberKnife .....	31
Figure 24 : Goliath.....	32
Figure 25 : MQ-9 Reaper.....	34
Figure 26 : MQ-9 Ikhana .....	34
Figure 27 : RQ-4 Global Hawk .....	34
Figure 28 : MQ-9 Reaper (non armé) .....	34
Figure 29 : PackBot.....	35
Figure 30 : TALON .....	35
Figure 31 : Lunokhod 1 .....	37
Figure 32 : Lunar Roving Vehicle .....	37
Figure 33 : Sojourner.....	37
Figure 34 : Yutu.....	37
Figure 35 : Shrimp III.....	38
Figure 36 : Rover ExoMars.....	38
Figure 37 : Utilisations des robots personnels / domestiques .....	39
Figure 38 : Scooba 450 .....	40
Figure 39 : Roomba 800.....	40
Figure 40 : Dressman.....	41
Figure 41 : Husgvama 330 X.....	41
Figure 42 : Robot jouet.....	42
Figure 43 : Nao .....	43

Figure 44 : Groupe de Nao.....	44
Figure 45 : Gilberto.....	47
Figure 46 : Utilisatrice de Robbi.....	48
Figure 47 : Utilisateur de Robbi .....	53
Figure 48 : Interface Salon Envol 2014.....	62
Figure 49 : Robbi dans le hall arrivées bagages.....	63
Figure 50 : Publicité pour Icelandair .....	65
Figure 51 : Nouvel An Russe.....	65



# 1. Introduction

Nous avons vécu, dès la fin du 19e siècle, une explosion de popularité pour ce que nous appelons communément aujourd'hui « robot ». Il est vrai que ces créatures mécaniques et autonomes, ayant souvent une apparence humaine et dotées d'une intelligence artificielle égalant ou dépassant celle de l'homme, ont connu un grand succès dans le secteur littéraire. Au 20e siècle, l'arrivée du cinéma donne une nouvelle dimension à l'imagination de l'homme de son alter ego mécanique.

Il est néanmoins important de bien se rendre compte du gouffre existant entre le niveau de la robotique atteint dans les films, ainsi que les livres et la situation de ce domaine que nous sommes parvenus à concrétiser de nos jours. Les connaissances et les technologies actuelles ne nous permettent pas encore de créer des robots se transformant en voitures, capables de tenir une conversation ou d'avoir des émotions. L'évolution dans les domaines comme la mécanique, l'intelligence artificielle et la psychologie est modérée, rendant l'avancement global du secteur plus lent que dans les œuvres de fiction.

La variété immense de robots existant de nos jours reflète l'envie de notre société d'aller toujours plus loin dans l'innovation et l'élaboration d'êtres de plus en plus « réels », ayant le maximum de capacités égales ou supérieures à l'être humain. Bien que ces différentes catégories de robots soient exposées dans un chapitre plus bas, l'idée de ce travail est basée sur les relations entre l'homme et les robots : nous nous intéresserons donc à la famille de ceux ayant une interaction directe avec celui-ci. L'arrivée depuis quelques années de ce type de machine représente actuellement un grand défi pour les chercheurs qui s'intéressent aux relations psychologiques qu'il est possible d'entretenir avec ce nouveau type de média de communication<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Petit, p.6. 2005

## 2. Contexte

Est-il possible de laisser un robot dans un espace public à disposition d'utilisateurs ne le connaissant pas ? Tel est la question abordée et à laquelle tente de répondre ce travail.

Il n'est en effet pas si aisé d'immerger une machine autonome au milieu d'êtres humains de tout âge et pouvant avoir des réactions très singulières d'une personne à l'autre. Le robot se doit d'être en mesure d'anticiper et de s'adapter aux différents contacts reçus. De plus, il est important qu'il ait les capacités d'intéresser un public n'ayant initialement pas besoin de lui. Cette problématique sera traitée au travers d'un projet intitulé *Robbi*, dans le chapitre portant le même nom.

### 2.1 Qu'est-ce qu'un robot ?

La réponse à cette question se trouve dans les chapitres suivants, mais il est important de définir, dès le départ, de quoi il sera question dans ce travail. Le monde de la robotique comporte d'innombrables « espèces » de robots de toutes tailles, de toutes formes et de tous les usages possibles et imaginables. Il est néanmoins question ici d'un type bien particulier de robot que nous définissons comme : une machine autonome, délivrant un ou plusieurs services aux personnes entrant en contact avec lui, à l'intérieur d'un espace public (voir la définition ci-dessous). Le contact doit être de type robot-humain, dans le sens où c'est la machine qui va accomplir le premier pas vers l'homme afin d'attirer son attention et susciter en lui une envie d'interaction.

### 2.2 Qu'entend-on nous par espace public ?

*« Est considéré comme espace public, tout lieu de passage ou de rassemblement ouvert à tous. Ces espaces peuvent n'appartenir à personne ou être sous la responsabilité du domaine public (parcs publics, places) ou encore du domaine privé (aéroports, gares) »* (Définition d'espace public, Wikipédia.com). La libre circulation des personnes doit pouvoir être garantie, ainsi que la réglementation de ces zones, par des entités désignées<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Espace public

### 3. Les robots dans la littérature

Il est intéressant de commencer en se tournant vers le monde des mythes, des histoires fantastiques et de science-fiction pour se rendre compte que, finalement, l'imagination et l'inventivité de ces contes ont constitué une base pour le développement des grandes technologies qui donnent vie aux robots d'aujourd'hui.

Bien que les robots aient une connotation « d'êtres de fer » dans nos esprits, d'autres types de créatures artificielles ont été le sujet de différentes œuvres à succès dans la littérature moderne. Il est intrigant de remarquer l'existence d'une certaine redondance dans les thèmes traités par les auteurs, que l'on peut regrouper en cinq thématiques principales :

- L'apprenti sorcier et les conséquences de ses expériences
- L'amante androïde, l'idéalisme féminin
- La créature cherchant à devenir humaine
- La domination de la machine intelligente
- Les machines qui se révoltent contre leur créateur

Une grande partie des histoires de créatures artificielles, des Golems aux robots Transformers, possède d'une manière ou d'une autre une relation avec un de ces thèmes<sup>3</sup>.

Dans les chapitres suivant, sont présentées les œuvres majeures qui influenceront d'une manière ou d'une autre le futur de la technologie et le développement d'automates puis de robots.

---

<sup>3</sup> Robot dans la littérature

### 3.1 Les Golems

Les premières références à des créatures créées par l'homme remontent à la mythologie où l'on trouve des bêtes constituées d'argile à forme humaine : les Golems. Ils étaient façonnés sous la forme d'enfants humains avec une gravure « emeth » (vie en hébreu) sur leur front. Une fois en vie, les Golems n'étaient pas capables de parler et avaient comme but de protéger leurs maîtres et d'effectuer des tâches difficiles. Réalisées à l'image de l'homme, les créatures grandissaient jusqu'à devenir de dangereux monstres, il fallait alors, pour les neutraliser, effacer la première lettre de leur front obtenant ainsi le mot « meth » (*mort* en hébreu)<sup>4</sup>.

On retrouve avec les Golems le thème de l'expérience de donner la vie et les conséquences que cela provoque quand on en perd le contrôle.

Figure 1 : Représentation d'un Golem

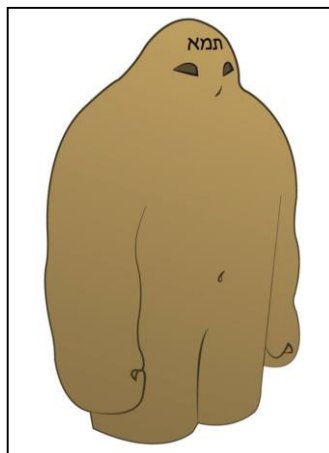


Image créée par Sonia Brentini

### 3.2 Le mythe de Pygmalion

Ce mythe raconte l'histoire de Pygmalion, un sculpteur grec qui tomba amoureux d'une de ses statues d'ivoire nommée Galatée. Priant les Dieux de pouvoir trouver une femme aussi parfaite, la déesse de l'amour Aphrodite donna vie à la statue et les deux se marièrent et eurent deux enfants.

---

<sup>4</sup> Golem

À travers ce mythe, on trouve pour la première fois une histoire basée sur la thématique de la femme parfaite aimée sous une forme non humaine. La différence avec d'autres histoires réside dans le fait que Galatée, une fois « en vie », devint complètement humaine et ne resta pas une statue<sup>5</sup>.

### 3.3 Frankenstein

En 1818 parut le roman de Mary Shelley intitulé « *Frankenstein ou le Prométhée moderne* » racontant l'histoire d'une créature aux allures humaines, née d'une expérience menée par le docteur Frankenstein. Le monstre privé de bonheur et rejeté, initialement par son maître puis de tous, voit naître en lui une haine contre la race humaine qui le poussera dans une vengeance meurtrière. Basé sur le même concept que la création du Golem, le livre dénonce l'utilisation sans contrôle de la science et l'exclusion des personnes ne suivant ou ne satisfaisant pas les normes établies par la société.

L'immense succès du texte fait que beaucoup le voient comme le précurseur de la science-fiction, une base qui influencera par la suite beaucoup d'auteurs et réalisateurs<sup>6</sup>.

Figure 2 : Frankenstein, illustration du livre (édition 1831)



Source : Frankenstein ou le Prométhée moderne. Wikipédia.com

---

<sup>5</sup> Pygmalion et Galatée

<sup>6</sup> Frankenstein ou le Prométhée moderne

### 3.4 Pinocchio

À partir de 1881, Carlo Collodi commence la publication dans le « *Giornale per bambini* » (*Journal pour enfants*) de l'histoire d'un petit pantin de bois nommé Pinocchio, qui prend vie après avoir été achevé par Gepetto, son créateur. On y découvre le parcours de métamorphose d'un jouet vers un petit garçon en chair et en os. Cette transition sera la récompense pour Pinocchio due à son changement de comportement qui, initialement garnement et menteur, deviendra gentil<sup>7</sup>.

À la différence du parcours du monstre de Frankenstein qui fut rejeté, Pinocchio suit une autre voie, celle de l'humanité. Il va en effet tout faire pour devenir un vrai petit garçon.

Figure 3 : Pinocchio, illustration par Enrico Mazzanti (1883)



Source : Pinocchio. Wikipédia.com

### 3.5 Karel Capek<sup>8</sup>

L'année 1920 marqua l'histoire du domaine de la robotique, car ce fut l'année où le terme robot fit sa première apparition officielle dans une pièce de théâtre de Karel Capek intitulée *R.U.R* (Rossumovi univerzální roboti). La pièce raconte l'histoire d'une société voulant libérer l'humanité de l'effort physique. Pour cette raison, des robots constitués de matière organique et possédant une ressemblance humaine sont créés avec pour but de remplacer l'homme là où un effort physique est nécessaire. La race

---

<sup>7</sup> Pinocchio

<sup>8</sup> R. U. R. (Rossum's Universal Robots)

humaine devenant de plus en plus faible et les robots de plus en plus nombreux, ces derniers se rebellent et anéantissent leurs créateurs.

Ce nouveau terme, servant à décrire des humanoïdes d'acier, remplacera celui d'automaton (ou automate) utilisé quelques années auparavant (1917) dans la pièce Opilec par son frère Josef Capek. Le mot robot est dérivé de « *robota* » qui signifie « corvée » en tchèque et son origine rappelle l'idée d'un esclave (« *rob* » en slave) effectuant les corvées que l'homme ne veut ou ne peut pas exécuter.

Figure 4 : R.U.R, illustration de la pièce de 1930



Source : R. U. R. (Rossum's Universal Robots). Wikipédia.com

### 3.6 Isaac Asimov<sup>9</sup>

Impossible de parler de robots sans citer un des plus grands écrivains dans le domaine, l'américain d'origine russe Isaac Asimov (1920-1992). Grand humaniste et rationaliste, il était passionné de science-fiction, on lui attribue même l'origine de la popularisation de ce style. Possédant un QI très élevé, il fit partie de l'organisation Mensa qui regroupe le 2 % de la population ayant une intelligence hors-norme. Il fut un des premiers à employer la technique dite : « hard science-fiction ». Ce style consiste à fonder toutes les références technologiques présentes dans les histoires sur des bases scientifiques crédibles, c'est-à-dire qu'aucune invention ne doit aller en contradiction avec les connaissances techniques au moment de l'écriture du livre. Asimov produisit

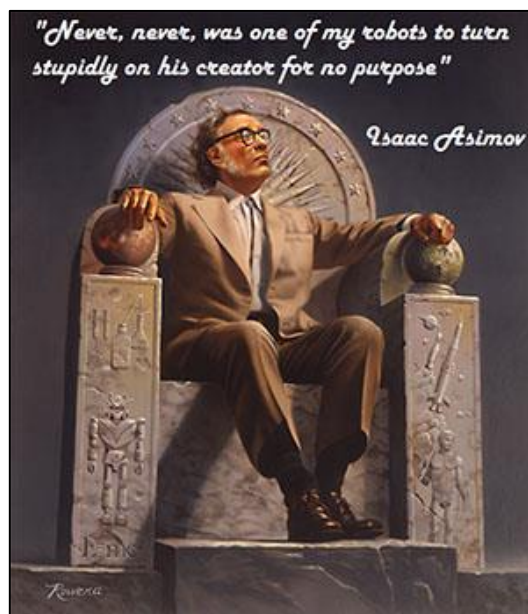
---

<sup>9</sup> Isaac Asimov

d'innombrables récits durant sa carrière, mais il y a deux références qui ont été retenues ici.

La première est celle de sa nouvelle, écrite en 1941, intitulée « *Liar !* » (Menteur !) étant donné que ce fut l'instant où il inventa un nouveau mot, qui fait désormais partie du langage courant : la robotique. Ce vocable définit dès lors la science des robots, autrement dit toutes méthodes de conception, création ou réalisation de machines automatisées.

Figure 5 : Isaac Asimov, illustration par Rowena Morrill



Source : adaptée d'Isaac Asimov. Wikipédia.com

La deuxième est celle de sa passion pour les robots, auxquels il dédia de nombreux récits et nouvelles, ainsi toute cette grande histoire est contenue dans « *Le cycle des Robots* », composée de deux tomes (« *Prélude à Trantor* » et « *La gloire de Trantor* »). Le fait intéressant réside dans la structure du monde qu'il inventa, puisqu'il abandonna le concept de robots destructeurs se rebellant contre l'humanité, présents jusqu'ici dans la science-fiction, pour se tourner vers des robots obéissants, produits à échelle industrielle et ayant pour but d'aider ou substituer l'homme. Il trouvait l'idée des machines se retournant contre leurs créateurs complètement impensables, comme il le dit lui-même dans l'introduction de son livre « *The Rest of the Robots* », citation que l'on retrouve aussi dans la *figure no.5* :



---

*« Jamais au grand jamais, l'un de mes robots se serait bêtement retourné contre son créateur sans aucune raison. » (Isaac Asimov)*

---

Avec pour but d'éviter une possible révolte des machines, il inventa donc 3 lois, les fameuses « lois de la robotique » ou « lois d'Asimov » :

- « 1. Un robot ne peut porter atteinte à un être humain ni, restant passif, laisser cet être humain exposé au danger.*
- 2. Un robot doit obéir aux ordres donnés par les êtres humains, sauf si de tels ordres sont en contradiction avec la Première Loi. »*
- 3. Un robot doit protéger son existence dans la mesure où cette protection n'entre pas en contradiction avec la Première ou la Deuxième Loi. » (Isaac Asimov, lois d'Asimov. Wikipédia.com)*

Mais dans les derniers chapitres de ses livres, Asimov introduit une nouvelle loi plus générale, dite loi zéro :

- « 0. Un robot ne peut ni nuire à l'humanité ni, restant passif, permettre que l'humanité souffre d'un mal. » (Isaac Asimov, lois d'Asimov. Wikipédia.com)*

La constante évolution des robots, les rendant de plus en plus humains, rendit le concept d'être humain complexe à identifier pour eux. Cette loi devient donc prioritaire et la notion de « sauf si de tels ordres sont en contradiction avec la loi zéro » est rajoutée au terme des 3 autres lois.

Dans ses livres, Asimov jouera sur les failles que de telles lois peuvent engendrer, des situations où plusieurs points sont en contradiction. Pour ne prendre qu'un exemple : comment devrait réagir un robot devant un humain qui fume une cigarette ?

On retrouve ces lois dans le film « *I, Robot* » (2004) d'Alex Proyas avec Will Smith tiré du livre homonyme d'Asimov.

## 4. Historique de la robotique

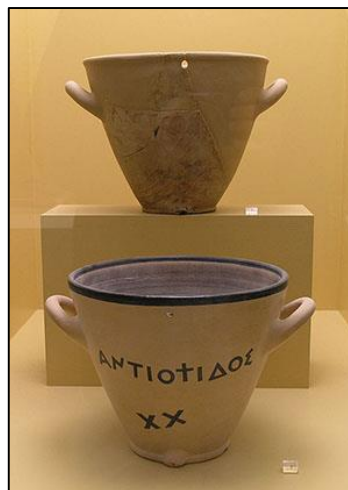
### 4.1 Invention de la roue

Il est difficile de définir un point de départ pour la robotique, mais il y a bien un événement qui constitua une avancée exceptionnelle pour le progrès technologique et, aussi fou que cela puisse paraître, nous parlons de l'invention de la roue. Il faut pour cela remonter bien loin, à environ 3'500 ans av. J.-C., pour trouver la fondation du rouage capital au développement futur de la structure des automates<sup>10</sup>.

### 4.2 Invention de la clepsydre

Évaluer et quantifier le temps qui passe constitue l'étape suivante dans l'élaboration et l'utilisation de la roue, la base du fonctionnement des montres et des automates. Mais avant d'en arriver là, c'est un système tout à fait simple et ingénieux, inventé vers 1'600 av. J.-C., qui donna naissance au premier moyen automatisé de calculer le temps : la clepsydre ou montre à eau. Elle était constituée d'un bol percé en son fond d'où l'eau s'écoulait, l'intérieur du bol étant marqué de graduations, cela permettait de déterminer de manière assez précise le temps. Son avantage était de ne pas dépendre d'autres éléments pour fonctionner, à la différence du cadran solaire qui dépendait du soleil et n'était donc utilisable que durant le jour et par beau temps<sup>11</sup>.

Figure 6 : Clepsydre romaine



Source : Clepsydre. Wikipédia.com

---

<sup>10</sup> L'invention de la roue (-3500)

<sup>11</sup> Clepsydre

## 4.3 Automates (1ère génération)

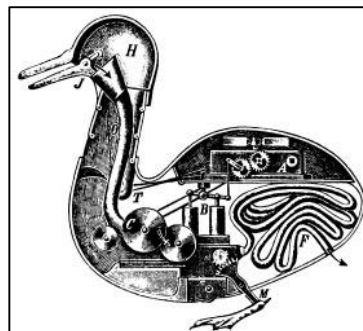
### 4.3.1 Histoire

Reproduire la gestuelle et le fonctionnement d'êtres vivants a toujours été une obsession pour l'homme, la preuve en est qu'on retrouve déjà les premiers signes d'automatismes dans l'antiquité. En 400 av. J.-C., c'est le premier objet volant qui voit le jour : la colombe volante d'Archytas de Tarente fonctionnait par un dispositif de propulsion automatique basé sur la pression de la vapeur<sup>12</sup>. Quelques siècles plus tard (1er apr. J.-C.), on retrouve aussi les scènes théâtrales animées de Héron d'Alexandrie, vraie boîte « magique » racontant une histoire de manière complètement automatisée<sup>13</sup>.

En 1350 fut construite la première horloge dotée d'un automate dans la cathédrale de Notre-Dame de Strasbourg. Le coq-automate reste encore aujourd'hui le plus ancien vestige d'automate conservé en occident<sup>14</sup>.

Pour trouver le premier vrai automate, il a fallu attendre le 16e siècle quand Léonard de Vinci en conçut un capable de coordonner la gestuelle de ses membres (bras, jambes et mâchoires), mais ce n'est que plus tard, au 18e siècle, que le « boom » des automates eut lieu. Le plus connu et incroyable reste le « canard digérateur » (*figure no.7*) de Jacques de Vaucanson. Créé en 1738, il était capable de boire, manger, battre des ailes, digérer et déféquer. Sa fonction était de simuler un possible fonctionnement du système digestif pour métaboliser des céréales, ce qu'un vrai canard est incapable de faire<sup>15</sup>.

Figure 7 : Canard digérateur de Vaucanson



Source : Canard digérateur. Wikipédia.com

---

<sup>12</sup> Les machines volantes des anciens Grecs

<sup>13</sup> Les théâtres automatiques des Grecs de l'Antiquité

<sup>14</sup> Horloge astronomique de Strasbourg

<sup>15</sup> Canard digérateur

Trois petits bijoux techniques furent inventés entre 1768 et 1774 à La Chaux-de-Fonds par les horlogers suisses Jaquet-Droz : l'écrivain, le dessinateur et le musicien. Ils étaient tous trois capables de reproduire les gestes des métiers qu'ils représentaient. En effet, l'écrivain était capable d'écrire jusqu'à 40 caractères répartis sur 4 lignes avec une plume qu'il trempait dans l'encre. Le dessinateur pouvait crayonner jusqu'à 4 dessins, dont un portrait de Louis XV, un chien, un Amour sur un char tiré par un papillon et un couple royal anglais. Le musicien, quant à lui, avait la capacité de jouer cinq morceaux tout en balançant sa tête, clignant des yeux et simulant une respiration. Ils sont actuellement exposés dans le musée d'art et d'histoire de Neuchâtel<sup>16</sup>.

Figure 8 : L'écrivain, le musicien et le dessinateur des Jaquet-Droz



Source : Les Automates Jaquet-Droz. mahn.ch

En 1805, Henri Maillardet créa un automate dans le même style que ceux des horlogers Jaquet-Droz, le fait d'avoir travaillé pour eux pendant des années l'influença probablement. Son automate possédait une mémoire en lecture seule, ce qui veut dire qu'il était capable de reproduire seulement les instructions sauvées lors de sa création, et son répertoire était composé de deux poèmes en français, un en anglais et de quatre dessins<sup>17</sup>. Cet automate possède une histoire assez incroyable : en effet, le nom de son créateur resta inconnu jusqu'à ce qu'il fût réparé et officiellement exposé en 1928 à Philadelphie. Lors de sa première mise en fonction, il signa en bas du poème : « écrit par l'automate de Maillardet ». De plus, il est l'automate qui inspira le

---

<sup>16</sup> Les Automates Jaquet-Droz

<sup>17</sup> Henri Maillardet

roman de Brian Selznick « L'invention d'Hugo Cabret », puis le film « Hugo Cabret » de Martin Scorsese en 2011<sup>18</sup>.

#### 4.3.2 Aspects techniques

Initialement, tous les automates étaient complètement mécaniques, ils fonctionnaient par des mélanges ingénieux de leviers, poulies, courroies, engrenages, compression/dilatation des gaz et la mécanique des fluides. Ils possèdent tous un système de mémoire en lecture seule qui leur permet de reproduire des gestes programmés de manière synchronisée. L'évolution en parallèle de l'horlogerie permettait de nouveaux exploits technologiques et ainsi, avec l'introduction des systèmes électriques, une nouvelle dimension vit le jour, facilitant considérablement les mouvements automatisés.

#### 4.4 Robots (2ème génération)

Les robots de 2ème génération symbolisent l'évolution des automates à partir du début du 20e siècle. Souvent basés sur les recherches des fonctionnements animaux et humains, ils sont équipés de capteurs et senseurs leur permettant une bonne adaptation à leur environnement. Pour prendre quelques exemples :

- En 1912, les américains Hammond et Miessner conçurent un chien électrique doté d'un capteur de lumière lui permettant de se diriger vers un point lumineux<sup>19</sup>.
- En 1928, le français Henry Piraux donna naissance au premier vrai animal électronique avec son chien *Philidog* (figure no.9). Composé de deux yeux (photocellules), de différents moteurs électriques, ainsi que d'une source d'énergie, il était capable de tourner à gauche, à droite ou d'aller tout droit quand on lui pointait un faisceau lumineux sur l'œil gauche, droit ou les deux<sup>20</sup>.
- En 1933, l'américain Thomas Ross construisit un bras capable de tracer le parcours de sortie d'un labyrinthe et quelques années plus tard, en 1937, il réitéra l'expérience avec un robot mobile<sup>21</sup>.

---

<sup>18</sup> Graceful Moves, for a Boy Made of Metal

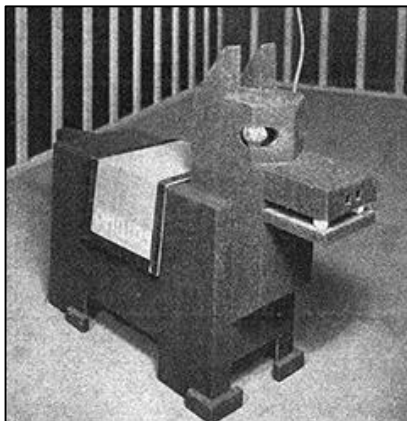
<sup>19</sup> A cybernetic zoo, Electric Dog (1912)

<sup>20</sup> A cybernetic zoo, Philidog (1929)

<sup>21</sup> A cybernetic zoo, Maze Solver (1937)

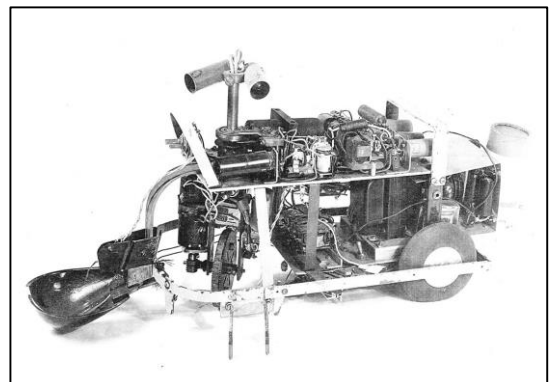
- En 1950, l'américain Grey Walter inventa la *Machina Speculatrix*, un robot en forme de tortue capable de se déplacer de manière autonome et de gérer sa vitesse selon les sources de lumière qu'il capte<sup>22</sup>.
- Entre 1950 et 1953, le français Albert Ducrocq construisit un dispositif de renard électronique (qui de renard n'avait qu'une couverture de poils) équipé de deux photocellules pour les yeux, un micro pour les oreilles et plusieurs capteurs de mouvements. Sa fonction était d'éviter les objets et les humains lors de ses déplacements<sup>23</sup>.
- En 1956, l'américain Edmund Berkeley conçut plusieurs machines avec le but d'attirer l'attention du public. L'une d'entre elles était *Squee* (figure no.10), un « écureuil » électronique capable de se déplacer (guidé par la lumière) à la recherche d'une noix (représentée par une balle de tennis)<sup>24</sup>.

Figure 9 : Philidog



Source : A cybernetic zoo, Electronic Fox (1950-53)

Figure 10 : Squee



Source : A cybernetic zoo, Squee (1956)

---

<sup>22</sup> The Design of M. Speculatrix

<sup>23</sup> A cybernetic zoo, Electronic Fox (1950-53)

<sup>24</sup> A cybernetic zoo, Squee (1956)

## 4.5 Cybernétique

À partir de 1940, un nouveau concept voit le jour avec l'idée d'expliquer le fonctionnement de tout système vivant ou artificiel. La cybernétique, lancée par Norbert Wiener en 1948 à travers son ouvrage « *Cybernetics* », définit un système organisé, composé d'éléments en continuelle interaction s'échangeant de la matière, de l'énergie ou de l'information. La communication ainsi créée par ces interactions permet aux éléments de s'adapter en changeant ou en modifiant leurs actions. Le système global possède donc des caractéristiques que les éléments individuels ne détiennent pas.

La cybernétique instaure aussi une nouvelle notion, celle de l'interaction réciproque, appelée aussi boucle de rétroaction (feedback en anglais). L'idée est simple : quand le premier élément effectue une action, le deuxième réagit et envoie une réponse en retour, créant ainsi une communication bidirectionnelle. Ces interactions viennent classées en deux groupes :

- Les positives, quand l'échange tend à amplifier une tendance.
- Les négatives, quand l'échange tend à diminuer une tendance.

Finalement, notre système organisé s'autorégule grâce aux nombreux feedbacks des éléments qui le composent, lui procurant une stabilité continue<sup>25</sup>.

La cybernétique représente un maillon central dans l'évolution robotique, en effet, il en est une des causes de transition entre la 2<sup>ème</sup> et la 3<sup>ème</sup> génération. Les robots auront dorénavant des capacités d'autoadaptation à leur environnement et pourront réagir en conséquence. Il est tout de fois important de souligner que, même si le terme cybernétique a une connotation rappelant la robotique, l'informatique ou, pour le moins, un domaine lié à la technologie, son implication la plus grande est aujourd'hui rattachée à la systémique (gestion des systèmes et de leurs interactions). En effet, pour le monde robotique, c'est le concept d'intelligence artificielle (voir le chapitre dédié) qui prendra la « relève » de la gestion des interactions internes, ainsi que celles liées à l'environnement.

---

<sup>25</sup> Heudin, p.108-109. 2008

## 4.6 Robots (3ème génération)

Les robots de 3ème génération représentent l'état actuel de l'évolution du secteur. Ils sont des dispositifs mécatronique combinant trois domaines : la mécanique, l'informatique et l'électronique. Ils possèdent une intelligence artificielle qui leur permet d'effectuer des tâches de manière autonome en interaction avec l'environnement. Il est bien sûr difficile de classer les premiers robots de cette génération avec les actuels, au vu de la continuelle évolution technologique. Ils font pourtant partie de la même « famille », car les éléments principaux les constituant sont identiques. Voici quelques exemples des pionniers de cette 3<sup>ème</sup> génération :

- Le Wabot-1 construit entre 1970 et 1973 par la Waseda University au Japon représente le tout premier robot à forme humanoïde doté de systèmes de contrôle des membres, de vision ainsi que de conversation. En résumé, il était capable de se déplacer (jambes mécaniques et yeux artificiels), d'attraper des objets, ainsi que de les transporter (bras avec mains munies de senseurs) et de tenir des brides de conversations en japonais (oreilles et bouche artificielles). Son intelligence avait été estimée à celle d'un enfant d'un an et demi<sup>26</sup>.
- L'Autrichien Hans Moravec conçoit aux États-Unis, à la fin des années 70, un robot capable de se déplacer dans un environnement de manière autonome. À l'aide d'une caméra en guise de tête, il était capable de « voir » le monde autour de lui et de s'y déplacer en évitant les objets.
- Le Wabot-2, assemblé entre 1980 et 1984, inventé par la Waseda University avait pour but de jouer d'un instrument de musique. Il était capable de « discuter » avec un humain, lire des partitions de musique de difficultés moyennes grâce à son œil caméra et de les reproduire sur un orgue électronique<sup>27</sup>.

Pour trouver d'autres exemples de robots modernes, voir le chapitre sur les secteurs d'utilisation.

---

<sup>26</sup> Kato, chapitre Wabot-1. 1985

<sup>27</sup> Kato, chapitre Wabot-2. 1985



Figure 11 : Wabot-2 (à gauche) et Wabot-1 (à droite)



Source : Robots! [georgepianoworld.blogspot.ch](http://georgepianoworld.blogspot.ch)

#### 4.7 Finalement quelle est la différence entre un automate et un robot ?

Il est vrai que ces deux termes peuvent sembler familiers et sont parfois utilisés, de manière erronée, pour décrire la même chose. Erreur tout à fait compréhensible, car, au vu de ce que nous avons pu constater dans les chapitres précédents, l'un n'est finalement que l'évolution de l'autre.

Jean-Claude Heudin, scientifique français et grand passionné du domaine de la robotique et particulièrement de l'intelligence artificielle, donne une définition de ces deux termes dans l'un de ces ouvrages :

---

*« Un automate déroule mécaniquement une succession prédéfinie et immuable d'actions, alors que le robot est capable d'interagir avec son environnement et de modifier son comportement en fonction des situations qu'il rencontre. » (Heudin, p.8. 2012)*

---

#### 4.8 L'intelligence artificielle (IA)

*« L'intelligence artificielle est un domaine de recherche cherchant à fournir aux systèmes informatiques des capacités intellectuelles comparables à celles des êtres humains. » (INTELLIGENCE : Définition de l'intelligence)*

Une fois capable de reproduire la gestuelle de manière artificielle, l'homme s'attela à un nouveau défi, le « mental ». Simuler la pensée, ainsi que synthétiser des émotions s'avérèrent des défis beaucoup plus complexes à cause de l'imprévisibilité du comportement humain qui reste, encore aujourd'hui, difficile à reproduire.

#### **4.8.1 Origine**

Si l'on doit donner une première référence à l'IA, elle serait « virtuelle », car on en trouve déjà une version avancée dans les contes cités plus haut (Frankenstein ou Pinocchio). Dite virtuelle jusque-là, car la première réflexion sur la possibilité d'un cerveau mécanique naquit bien plus tard, après l'invention du premier ordinateur programmable en 1940.

À partir des années 50, Alain Turing explora le domaine et conçut un test ayant pour but de déterminer si une machine est capable de penser (voir paragraphe dédié). L'idée générale étant de comprendre s'il existe la possibilité de créer une conscience pour un ordinateur, Turing effectua plusieurs conférences sur le sujet. Ce n'est que quelques années plus tard, en 1956, que l'intelligence artificielle est officiellement considérée comme domaine de recherche lors d'une grande conférence au Dartmouth College de Hanover aux États-Unis, en la présence des futurs protagonistes du secteur. Les premiers chercheurs prédirent d'entrée le développement d'une machine aussi intelligente que l'homme pour les décennies qui suivirent, avant de s'apercevoir d'en avoir amplement sous-estimé les difficultés<sup>28</sup>.

#### **4.8.2 Test de Turing**

Ce test se base sur un jeu appelé le « jeu de l'imitation », pour lequel il faut trois participants : un homme *A*, une femme *B* et une troisième personne *C*. Le but étant pour *C* de découvrir qui entre *A* et *B* est la femme. Il a, pour ce faire, le droit de poser des questions afin de les démasquer, sachant que *A* a pour but de l'induire en erreur et *B* celui de l'aider. Toutes les conversations sont transcrites et transmises par un appareil pour éviter l'identification des voix.

Le test de Turing utilise donc le même système et remplace *A* par une machine. Si *C* ne réussit pas à découvrir qui de *A* et *B* est l'homme, alors le test est réussi et la machine est dite « intelligente ». Depuis 1990, le prix Loebner récompense les logiciels réussissant au mieux cette épreuve, mais aucun dispositif testé n'a, pour le moment,

---

<sup>28</sup> Histoire de l'intelligence artificielle

réussi à la passer complètement<sup>29</sup>. À remarquer qu'en 2011, le logiciel Cleverbot fut noté « humain » à 59,3 % passant donc le test, alors que les vrais humains furent notés à 63,3 %<sup>30</sup>. Il est pourtant difficile de définir ce programme d'intelligent, car son travail consiste à imiter une conversation humaine et non pas à un travail de réflexion.

Figure 12 : Test de Turing

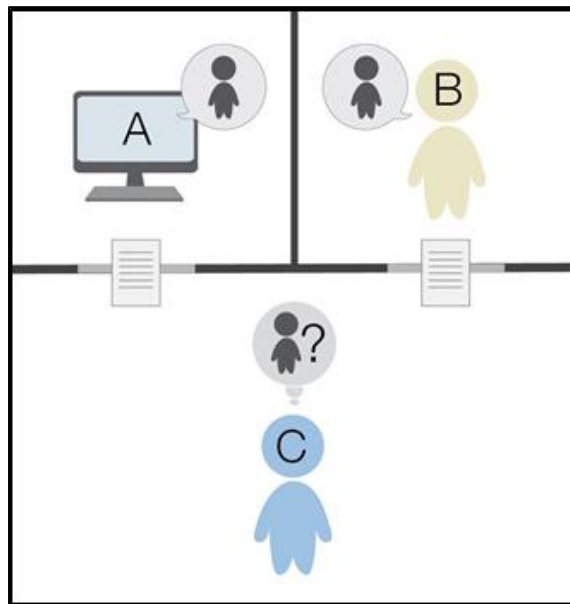


Image créée par Sonia Brentini

#### 4.8.3 Intelligence artificielle forte

Dans le domaine, on sépare l'IA en deux concepts différents, le premier étant celui « d'intelligence artificielle forte » (traité dans ce chapitre) et le deuxième celui « d'intelligence artificielle faible » (traité dans le chapitre suivant).

L'« IA forte » désigne une machine capable, en plus d'un comportement intelligent, d'avoir l'impression de « ressentir des émotions », de comprendre ses raisonnements et ses actions. Nous avons ici la version la plus similaire à celle d'un être humain, mais aussi la plus compliquée à réaliser, la preuve en est qu'il n'existe encore aucun robot aussi intelligent que l'homme.

La base de la conscience humaine étant de base biologique, sa simulation sous forme informatisée pose un problème de conception et de puissance de calcul. Selon les

---

<sup>29</sup> Prix Loebner

<sup>30</sup> Un logiciel d'intelligence artificielle aurait réussi le test de Turing

partisans de ce domaine, les échecs viendraient de l'incapacité de créer des logiciels ou des bases de données adaptés au problème plutôt que des outils à disposition. Des études menées en 2013 montrent que le matériel nécessaire à la création d'un « e-cerveau » existe, mais qu'aucun programme ne le gère de la bonne manière<sup>31</sup>. Il est important de remarquer que le but n'est pas de réussir à traiter ou mémoriser plus de données que le cerveau humain, mais de réussir à les gérer et les traiter de la même manière<sup>32</sup>.

#### 4.8.4 Intelligence artificielle faible

L'« IA faible », quant à elle, beaucoup plus « terre à terre » se base sur la recherche de l'autonomie totale avec une forte capacité de résolution de problèmes. Les machines simulent l'intelligence, elles donnent l'impression de raisonner, mais n'exécutent que des analyses logiques leur permettant d'imiter ce qu'un humain aurait dit ou fait.

Les exemples les plus représentatifs de ce domaine sont les *chatbots* ou agents conversationnels. Ce sont des logiciels dont la fonction est de discuter avec leurs utilisateurs en se basant sur des réponses types et reprenant le contenu de la conversation pour formuler des questions.

Ci-dessous un petit extrait d'une conversation de test, plutôt originale, effectuée avec le bot Romulon :

- **Human:** Hello sir. (*Bonjour monsieur.*)
- **Dr Romulon:** You've got my full attention. Can I help you? (*Vous avez toute mon attention. Puis-je vous aider ?*)
- **Human:** Yes, I'm looking for my girlfriend! (*Oui, je suis à la recherche de ma copine !*)
- **Dr Romulon:** What can I do for you? You might find that I am your girlfriend. (*Que puis-je faire pour vous ? Vous pourriez découvrir que je suis votre copine.*)
- **Human:** Oh! That's weird!! (*Oh ! C'est bizarre!!*)
- **Dr Romulon:** Whoa. Weird Good or Weird Bad? (*Whoa. Bizarre positif ou bizarre négatif ?*)
- **Human:** Pretty bad... (*Plutôt négatif...*)
- **Dr Romulon:** What was bad? (*Qu'est-ce qui était négatif ?*)

---

<sup>31</sup> If your brain were a computer, how much storage space would it have?

<sup>32</sup> Intelligence artificielle

Ceci pour démontrer qu'on remarque bien la reprise des réponses fournies pour la reformulation de questions, ainsi que le manque total de compréhension du contenu du discours et le tout agrémenté d'une piètre mémoire.

Un autre exemple est celui déjà cité plus haut du logiciel *Cleverbot*. Ce programme lancé en 1997, qui parvint à passer le test de Turing avec sa version de 2011, ne reste qu'un imitateur étant donné son mode de fonctionnement fondé sur une base de données de réponses autoalimentées par ses utilisateurs. Il donne donc l'impression de discuter comme un humain, utilisant des réponses préenregistrées dans sa mémoire. Il est néanmoins assez aisé d'induire en erreur la plupart de ces logiciels en les entraînant dans des conversations sans aucun sens<sup>33</sup>.

#### **4.8.5 Secteurs d'application**

On retrouve aujourd'hui des intelligences artificielles dans différents domaines, cette tendance reflète l'évolution de la technologie et le déploiement de celle-ci dans divers secteurs d'activités tels que :

- Éducation : Logiciels d'apprentissage guidé.
- Bancaire : Logiciels intelligents de gestion des capitaux et des risques.
- Médical : Programmes d'aide aux diagnostics.
- Militaire : Appareils autonomes (Drones).
- Jeux vidéo : Gestion des personnages non joueurs.

IBM a annoncé en 2013 le développement de grands projets d'implémentation d'IA dans certains de ces secteurs. On y trouve, par exemple, des salles de classe gérées selon les profils de chaque élève (capacités et difficultés), des ordinateurs capables de reconstituer l'évolution de l'ADN d'un patient pour cibler l'origine de maladies et les soigner au mieux ou encore des systèmes analysant avec le temps les besoins des habitants d'une ville afin d'en améliorer la structure<sup>34</sup>.

---

<sup>33</sup> Intelligence artificielle

<sup>34</sup> L'intelligence artificielle, une priorité dans de nombreux secteurs

#### 4.8.5.1 Jeux vidéo

Le secteur des jeux vidéo prend certainement une place très importante dans le développement de l'IA, c'est en effet grâce à cet art qu'elle s'est popularisée. Elle trouva dans le jeu d'échecs son premier défi avec la simulation d'un adversaire capable d'anticiper toutes les possibilités de mouvements sur plusieurs tours.

En 1951, Turing développa la première version « papier » d'un programme capable de jouer une partie d'échecs, mais il ne possédait aucun support pouvant l'exécuter. Ce n'est qu'en 1997 que pour la première fois, un ordinateur nommé *Deep Blue*, parvint à vaincre le champion d'échecs en titre Garry Kasparov<sup>35</sup>.

---

*« Dans certaines positions, l'ordinateur voit si profondément qu'il joue comme Dieu ! » (Garry Kasparov)*

---

Figure 13 : Garry Kasparov vs Deep Blue



Source : Universal robots: the history and workings of robotics. thetech.org

---

<sup>35</sup> Man vs Machine – the endless fascination

L'intelligence artificielle est aujourd'hui utilisée pour la simulation et la gestion de personnages contrôlés par l'ordinateur (nommé PNJ pour personnage non joueur) dans d'innombrables jeux. Bien que la tendance à développer une IA aussi semblable à celle d'un être humain ait été délaissée ces dernières années au profit du réalisme visuel (des mondes aussi vrais que nature), elle en reste néanmoins un des piliers fondamentaux du domaine. Les développeurs ont plutôt tendance à se baser sur le principe de : « plus l'intelligence est élevée et plus la jouabilité en est affectée » pour créer des jeux à difficulté modérée afin de toucher un maximum de public.

La réduction des besoins en IA a aussi été alimentée par la mise en réseau de toutes les consoles ainsi que la création des modes multijoueurs. En effet pour ce genre de parties, les joueurs s'affrontent les uns contre les autres et aucun PNJ n'est généralement nécessaire.

## 5. Secteurs d'utilisation

Souvent, le mot robot a pour nous une connotation d'homme de fer à ressemblance humaine se déplaçant tout seul, mais ce chapitre a pour but de vous montrer qu'il existe actuellement bien plus que ce type de machine. La preuve en est qu'on dénombre une dizaine de catégories principales ayant toutes des physionomies et des utilités très variées, allant du secteur professionnel au domestique. Les sous-chapitres qui suivent vont vous présenter quelques-uns de ces secteurs où l'on retrouve la présence marquée des robots.

### 5.1 Domaine professionnel

Rapidement, l'homme entrevoit dans les robots une opportunité commerciale au vu de leurs potentiels d'exécuter des tâches répétitives ou trop dangereuses pour un être humain. Le développement de robots dans le secteur professionnel donna naissance à d'innombrables types de machines permettant l'automatisation de différents domaines que nous allons voir par la suite.

La fédération internationale de robotique (IFR), créée en 1987, est une organisation à but non lucratif en connexion avec de nombreuses entreprises du monde de la robotique. Elle s'occupe de l'organisation annuelle de l'*International Symposium on Robotics* et a pour but de promouvoir la robotique industrielle dans le monde<sup>36</sup>. L'IFR publie chaque année un compte-rendu statistique de l'évolution de ce domaine avec des détails selon les branches d'activités, les pays ou encore les types de robots<sup>37</sup>. Quelques-unes de leurs statistiques ont été sélectionnées pour démontrer l'intérêt grandissant pour ce secteur, ainsi qu'exposer la répartition des ventes dans chaque branche d'activité.

En 2013, un nouveau record a été atteint au niveau des ventes de robots industriels. Ceci est probablement dû à l'accroissement du nombre de modèles différents présents sur le marché, à l'abaissement des prix de vente et à l'efficacité prouvée des machines. Avec près de 170'000 (estimation) robots vendus dans le monde en 2013, le nombre de ventes a presque doublé en 10 ans (*figure no. 14*)<sup>38</sup>.

---

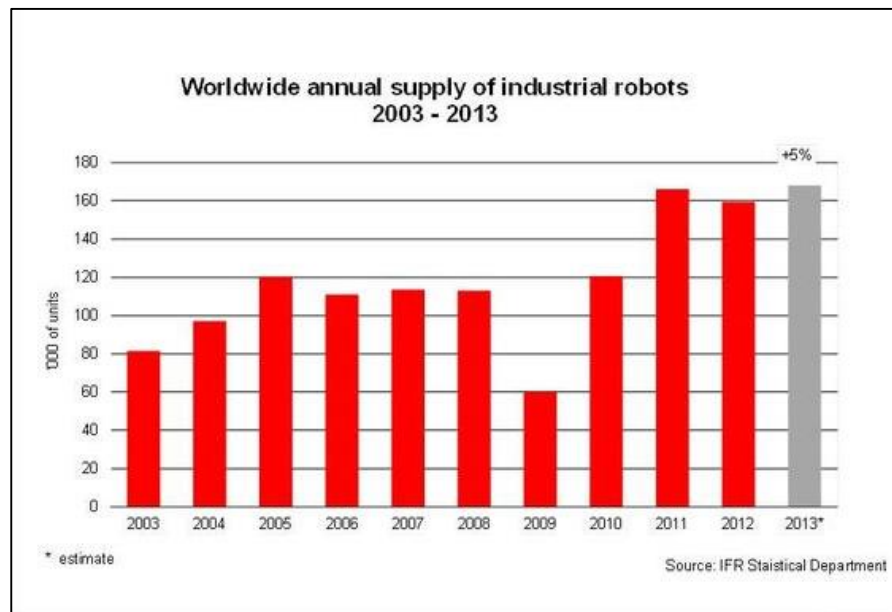
<sup>36</sup> About us - World Robotics 2013

<sup>37</sup> Association - IFR International Federation of Robotics

<sup>38</sup> All-time-high for industrial robots in 2013



Figure 14 : Ventes annuelles de robots industriels



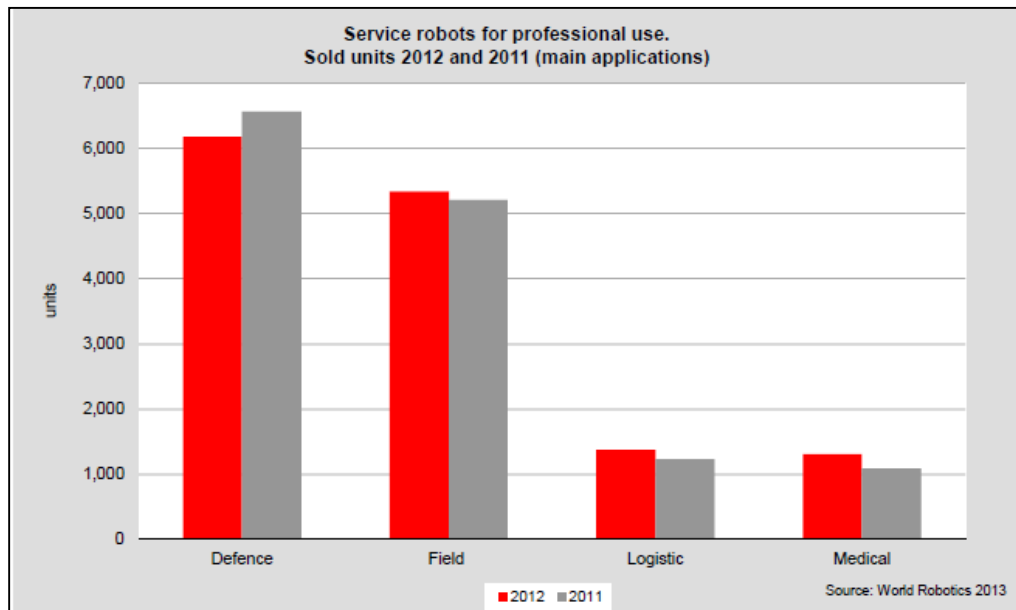
Source : All-time-high for industrial robots in 2013. worldrobotics.org

Il est intéressant de remarquer la dominance des ventes de robots dédiés à la défense (drones, petits véhicules de terrain, robots de combat) avec plus 6'000 unités vendues en 2012. Cette première place est surtout le résultat de la « faible » durée de vie de ce genre d'engins, qui requière un renouvellement assez fréquent. Ils sont suivis par les robots de terrain (robots agricoles) avec plus de 5'000 unités. En 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> place, on retrouve les robots logistiques et médicaux avec plus de 1'000 exemplaires vendus. À savoir qu'en moyenne les robots médicaux sont vendus à 1.5 millions de dollars pièce (*figure no.15*)<sup>39</sup>.

---

<sup>39</sup> Executive Summary World Robotics 2013, p.18

Figure 15 : Utilisations des robots professionnels



Source : International Federation of Robotics. 2013. Executive Summary World Robotics 2013

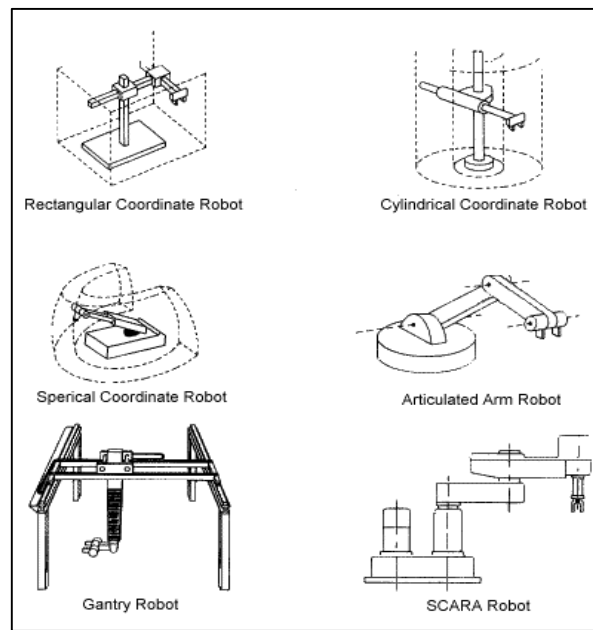
### 5.1.1 Robots industriels

La robotique industrielle est, depuis 1994, officiellement décrite dans la norme ISO 8373 (dernière mise à jour en 2012) comme étant « un manipulateur programmable dans trois ou plusieurs axes, contrôlé de manière automatique, reprogrammable et polyvalent. Pouvant être soit fixe, soit mobile pour une utilisation dans les applications d'automatisation industrielle »<sup>40</sup>. En effet, les types de robots que l'on retrouve ici sont généralement des bras mécaniques dotés d'une grande précision. Ayant plusieurs axes de direction, ils possèdent tous un espace de travail déterminé (*traitillé dans la figure no.16*) qui est fréquemment inaccessible à l'homme, ceci pour éviter tout possible dérèglement.

---

<sup>40</sup> ISO 8373

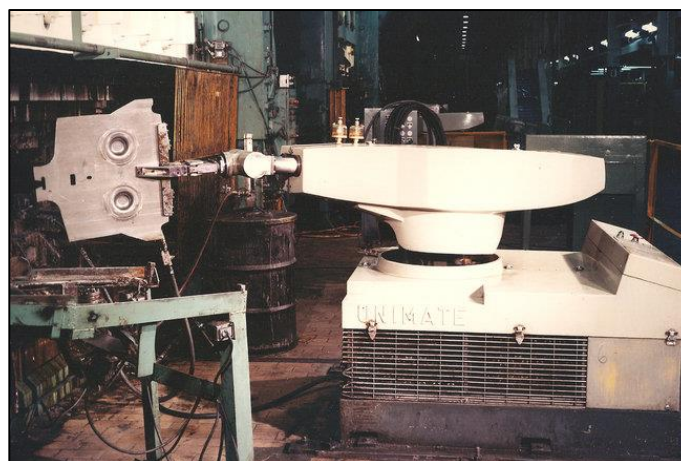
Figure 16 : Exemples de types de robots industriels



Source : OSHA Technical Manual (OTM), Section IV: Chapter 4. [osha.gov](http://osha.gov)

En 1961, General Motors acquit *Unimate* (figure no.17), le tout premier robot industriel créé par la société Américaine Unimation. Ce bras de 1'800 kg fut utilisé dans le cadre d'une chaîne de montage de voitures. Il avait pour but d'agripper les pièces détachées pour les souder sur les carrosseries des véhicules, ceci en suivant étape par étape une série de commandes enregistrées sur un tambour magnétique<sup>41</sup>.

Figure 17 : Unimate



Source : George C. Devol, Inventor of Robot Arm, Dies at 99. [nytimes.com](http://nytimes.com)

<sup>41</sup> Unimate

En 1973, l'entreprise allemande *KUKA* développe le premier robot à six axes fonctionnant par moteur électrique, le *KUKA Famulus* (figure no.18). Il sera, lui aussi, destiné au secteur automobile<sup>42</sup>.

Pesant 5 tonnes et ayant une capacité de charge de 1'000 kg, le modèle *KUKA Titan* (figure no.19) entra, en 2007, dans le Guinness des records en tant que robot industriel le plus grand et le plus fort au monde<sup>43</sup>.

Dernièrement, la société a présenté le modèle *KUKA Agilus* (figure no.20), étant destiné à de petites charges (max 6kg), il possède une vitesse et une réactivité très élevées ainsi qu'un revêtement et une structure le rendant waterproof<sup>44</sup>. Pour la petite anecdote, la promotion de ce modèle a été réalisée sous forme de match de ping-pong entre un champion du monde et le robot *Agilus*. La vidéo se trouvant sur le web, vous avez la possibilité de découvrir le résultat de cette confrontation à tout point atypique en allant la visionner<sup>45</sup>.

Figure 18 : KUKA Famulus



Source : Le premier robot KUKA (1973).  
kuka-robotics.com

Figure 19 : KUKA Titan



Source : Titan : Le robot le plus fort du monde (2007). kuka-robotics.com

Figure 20 : KUKA Agilus



Source : KR 6 R900 sixx WP (KR AGILUS). kuka-robotics.com

<sup>42</sup> Le premier robot KUKA (1973)

<sup>43</sup> Titan : Le robot le plus fort du monde (2007)

<sup>44</sup> KR 6 R900 sixx WP (KR AGILUS)

<sup>45</sup> Chercher "The Duel: Timo Boll vs. KUKA Robot" sur Youtube.com

### 5.1.2 Robots de laboratoire

Ce sont les robots opérant dans des laboratoires de chimie, de biologie ou encore dans des pharmacies ou des hôpitaux. Ils sont généralement enfermés dans des lieux clos où l'humain n'a pas accès et manipulent des substances ou gèrent des espaces de rangement.

Un exemple intéressant et local est celui de « *Hugot Boss* » (*figure no.21*), qui n'a rien à voir avec la marque de mode, mais avec les Hôpitaux Universitaires de Genève. Ce robot, dont le nom est une contraction de HUG et robot, a pour but de gérer tout le stock, ainsi qu'une grande partie des commandes de médicaments de l'hôpital. Entré en fonction en 2011, il s'occupe aujourd'hui de préparer 70% de toutes les commandes passées à la pharmacie par les différentes unités. Ce robot pharmacien est composé en réalité de deux robots jumeaux, eux-mêmes équipés de deux bras articulés, pour qu'en cas de panne la relève soit toujours assurée<sup>46</sup>.

Figure 21 : Hugot Boss



Source : Distribution de médicaments : un robot vient prêter main-forte aux HUG. [journal.tdg.ch](http://journal.tdg.ch)

Isolé dans un cube et entouré par plus de 45'000 boîtes, sa capacité de traitement rapide lui permet de livrer plus ou moins 4'000 médicaments par jour. Ce système

---

<sup>46</sup> Un robot de distribution des médicaments à la pharmacie des HUG

permet une augmentation de la sécurité et de l'efficacité de déploiements des soins avec un taux d'erreur quasi nul (le robot ne fait que ce qu'on lui demande de faire et il n'est pas soumis à la fatigue). Le coût de cette amélioration, qui exécute de manière parfaite le travail de 3 humains, est d'un demi-million de francs<sup>47</sup>.

### 5.1.3 Robots médicaux

Le secteur de la santé ne fait pas exception à l'innovation. On retrouve en effet là aussi des chefs d'œuvres de technologie, même si leur nombre reste très limité, au vu des coûts extrêmement élevés de chaque machine. Ces robots médecins représentent un outil ultra-performant dirigé par des spécialistes médicaux et sont utilisés dans divers domaines, mais principalement celui de la chirurgie. Il est important de souligner que ce genre de robot possède peu ou pas d'autonomie et n'est pas programmable, car ils sont tous dirigés par le biais d'un ordinateur<sup>48</sup>.

Le *Da Vinci* (figure no.22) est un assistant composé de quatre bras : un muni d'une caméra et trois équipés d'instruments chirurgicaux, ainsi que d'une console d'où le chirurgien peut, à l'aide de joysticks et commandes, exécuter l'opération. Selon le fabricant, plus 1'750 (en 2011) exemplaires sont utilisés dans le monde<sup>49</sup>. À Genève, on en dénombre quatre : deux aux Hôpitaux Universitaires de Genève et deux à la Clinique Générale-Beaulieu.

*Cyberknife* (figure no.23) est, quant à lui, un bras robotisé dédié au traitement de tumeurs par émission de rayons de manière ciblée et extrêmement précise<sup>50</sup>. Il ne faut donc pas se fier à son nom (*Cybercouteau en français*) qui donne l'impression d'objets tranchants ou d'opération à plaies ouvertes, car ce n'est finalement qu'un émetteur d'ondes. En Suisse, on en dénombre quatre : un dans chaque centre des cliniques privées Hirslanden d'Aarau, Lausanne et Zürich, ainsi qu'un à l'Hôpital de Männedorf (ZH)<sup>51</sup>.

---

<sup>47</sup> Distribution de médicaments : un robot vient prêter main-forte aux HUG

<sup>48</sup> Robot médical

<sup>49</sup> Ces robots qui améliorent la précision chirurgicale

<sup>50</sup> What is the CyberKnife® System?

<sup>51</sup> Radiothérapie Hirslanden - Die neue Dimension in der Radiothérapie

Figure 22 : Da Vinci



Source : Robot chirurgical Da Vinci .... une première médicale ! [libertasoccidentalis.org](http://libertasoccidentalis.org)

Figure 23 : CyberKnife



Source : adaptée d'Accélérateur linéaire de particules robotisé et table de positionnement robotisée (pour radiothérapie et radiochirurgie stéréotaxique). [medicalexpofr.com](http://medicalexpofr.com)

#### 5.1.4 Robots militaires

L'idée de pouvoir « frapper » ou espionner un ennemi sans se salir les mains ou risquer sa vie semble être un concept utopique et pourtant de nombreuses solutions technologiques existent déjà, en permettant la concrétisation. Le but de ce travail n'étant pas de faire de débat sur l'éthique et la légalité de ces moyens d'agir, ni de s'exprimer sur le bien ou le mal de leurs utilisations. La suite de ce chapitre présente, comme auparavant, quelques exemples de ce qu'il se fabrique aujourd'hui dans ce domaine, critiqué par certains.

##### 5.1.4.1 Drone<sup>52</sup>

Le premier exemple est le plus connu et, en même temps, le plus débattu, sur le thème des armes automatisées. Cependant, nous allons avant tout faire un saut en arrière dans le temps. Nous sommes en 1940, la Deuxième Guerre mondiale bat son plein quand les Allemands découvrent dans un laboratoire français une maquette d'un petit véhicule motorisé. Immédiatement intrigués par l'engin, ils décident d'en copier l'idée

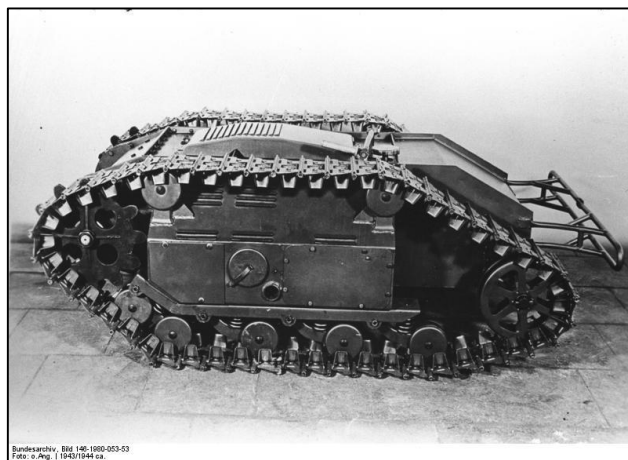
---

<sup>52</sup> Drone



pour en fabriquer un, porteur d'explosifs télécommandé, qui sera utilisé pour approcher et faire exploser les chars ou les défenses ennemis. Nommé le *Goliath* (figure no.24), ce robot était guidé par une boîte de commande munie d'un manche à balai en guise de joystick, reliée à l'arrière par deux câbles de téléphone, et fonctionnait grâce à une batterie à essence (les versions électriques étaient beaucoup trop coûteuses pour leur utilisation). Il était utilisable une seule fois, car il avait pour but d'exploser avec sa cible. Le *Goliath* fut le précurseur des drones modernes en tant que premier véhicule autonome guidé à distance<sup>53</sup>.

Figure 24 : Goliath



Source : Goliath (carro armato). Wikipédia.com

Il faut savoir qu'il existe une différence entre la terminologie anglaise et française par rapport au drone. En effet, pour la langue anglaise « *un drone est un aérodyne (appareils plus lourds que l'air, volant grâce à des ailes) télécommandé et sans pilote qui emporte une charge utile, destinée à des missions de surveillance, de renseignement, d'exploration, de combat, ou de transport.* » (Définition de Drone, Wikipédia.com). Tandis que pour la langue française, cela désigne, en plus des aérodynes, aussi tout type de véhicule autonome terrestre, de surface ou sous-marin. Les Anglais utilisent pour cela des termes plus spécifiques comme :

- UAV/S (Unmanned Aerial Vehicle/System) - Système ou véhicule aérien sans pilote.

---

<sup>53</sup> Goliath (chenillé)



- USV/S (Unmanned Surface Vehicle/System) - Système ou véhicule de surface sans pilote.
- UUV/S (Unmanned Underwater Vehicle/System) - Système ou véhicule sous-marin sans pilote.
- UGV/S (Unmanned Ground Vehicle/System) - Système ou véhicule de terrain sans pilote.

Dans la catégorie des drones aériens, on retrouve quelques exemples représentatifs de la variété d'utilisations dont peut faire l'objet une même machine. Le premier est celui du drone *Reaper*, initialement conçu en tant que machine de guerre (« *Reaper* » signifie « *faucheuse* » en français), qui a finalement été adapté à différents cas d'utilisations.

Sa première version de « guerre », appelé *MQ-9 Reaper* (*figure no.25*), est utilisée pour des missions d'attaque, ainsi que de reconnaissance par l'US Air Force (USA), la Royal Air Force (Royaume-Uni) et la France (depuis janvier 2014). Avion pesant 2 tonnes et ayant une envergure de 20m pour 11m de longueur<sup>54</sup>, son prix est estimé à plus ou moins 12 millions de dollars l'unité<sup>55</sup>.

Une deuxième version « laboratoire », le *MQ-9 Ikhana* (*figure no.26*), munie de nombreux capteurs, est utilisée par la NASA, pour des analyses et des expériences de vol<sup>56</sup>.

Une troisième version de « surveillance », le *RQ-4 Global Hawk* (*figure no.27*), a été déployée par l'US Navy (USA) en support au projet de Surveillance Maritime à Grande Distance<sup>57</sup>.

Finalement, une quatrième version, identique au *MQ-9 Reaper*, mais ne possédant aucun armement (*figure no.28*) est exploitée par l'US Customs and Border Protection (USA) pour la surveillance des frontières<sup>58</sup>.

---

<sup>54</sup> General Atomics MQ-9 Reaper

<sup>55</sup> How Much Does the MQ-9 Reaper Drone Cost?

<sup>56</sup> General Atomics MQ-9 Reaper, La version pour la NASA.

<sup>57</sup> General Atomics MQ-9 Reaper, La version pour l'US Navy.

<sup>58</sup> General Atomics MQ-9 Reaper, Version pour la sécurité intérieure US.

Figure 25 : MQ-9 Reaper



Source : Le congrès américain est d'accord pour vendre des drones Reaper à la France. smartdrones.fr

Figure 26 : MQ-9 Ikhana



Source : Time Magazine cover (with invited piece by me). diydrones.com

Figure 27 : RQ-4 Global Hawk



Source : Scientific Frontline. sflorg.com

Figure 28 : MQ-9 Reaper (non armé)



Source : General Atomics MQ-9 Reaper. Wikipédia.com

En ce qui concerne les drones de terrain, on retrouve ici les descendants directs du *Goliath* (vu au début du chapitre des Drones) avec des machines comme :

- Le *PackBot* (figure no.29) qui est un petit robot chenillé dont les fonctions sont, à dépendance du modèle, de dépister des explosifs, collecter des échantillons, explorer des terrains difficiles ou encore identifier des snipers embusqués. Il fut

le premier robot à accéder au site de la centrale nucléaire de Fukushima après le tremblement de terre et le Tsunami de 2011<sup>59</sup>.

- Le *TALON* (figure no.30) qui est, comme son « frère » le *PackBot*, un robot chenillé édité en plusieurs modèles. Il est le plus souvent équipé de fusils, lance-grenades, calibre .50, le rendant une arme autonome pilotable à distance. Il fut utilisé au Ground Zero (espace sinistré des deux tours jumelles à New York) en support aux secouristes<sup>60</sup>.

Figure 29 : PackBot



Source : 7 Newest Robot Generations and Their Uses. pouted.com

Figure 30 : TALON



Source : SWORDS Combat Robot Opens Possibilities; Perhaps Not the way You'd Expect. sarna.net

### 5.1.5 Robots spatiaux

Le secteur de l'exploration spatiale a rapidement emboîté le pas pour le développement de prototypes d'engins autonomes et radioguidés pouvant être exploités pour explorer l'espace, appelés astromobile ou rover en anglais.

En 1969, les Russes créent en cachette et tentent un premier lancement de leur nouveau joujou, le *Lunokhod 1A*, mais la fusée subit un problème au décollage et la mission est annulée. Une année plus tard, la deuxième tentative est une grande réussite, le *Lunokhod 1* (figure no.31) devient officiellement le tout premier robot, guidé

---

<sup>59</sup> PackBot

<sup>60</sup> Foster-Miller TALON

depuis la terre, à se poser sur la lune. Il permettra d'obtenir des clichés, ainsi que plusieurs analyses du sol lunaire<sup>61</sup>.

En 1971, la NASA envoie, à bord d'Apollo 15, son premier véhicule lunaire, le *Lunar Roving Vehicle* (figure no.32) destiné au transport de deux astronautes et de matériel. Cette voiture de l'espace permettra l'accomplissement de 27km sur la surface lunaire. Deux versions jumelles feront la paire avec les astronautes lors des voyages d'Apollo 16 et 17 en 1972<sup>62</sup>.

En 1997, c'est au tour de Mars de découvrir son premier occupant robotique, le *Sojourner* (figure no.33). Ayant coûté aux alentours de 25 millions de dollars, ce Rover cessera toute communication 3 mois après son arrivée sur la planète rouge<sup>63</sup>.

Par la suite, ce sont trois autres Rovers de type géologue qui sont envoyés sur Mars : *Spirit* de 2004 à 2010, *Opportunity* depuis 2004 et toujours sur place (il détient le record de durée d'activité sur Mars) et *Curiosity*, depuis 2012, est lui aussi toujours actif. Ils ont tous pour but d'analyser le terrain afin de déterminer si la vie a une fois été possible sur la planète rouge<sup>64</sup>.

Il aura fallu attendre 40 ans avant qu'une nouvelle machine alunisse à nouveau. En décembre 2013, le rover chinois *Yutu* (figure no.34) se pose sur la lune pour une nouvelle mission d'exploration d'une durée de 3 mois<sup>65</sup>.

---

<sup>61</sup> Astromobile. Programme soviétique : Lunokhod 1 et 2 (1970 et 1973)

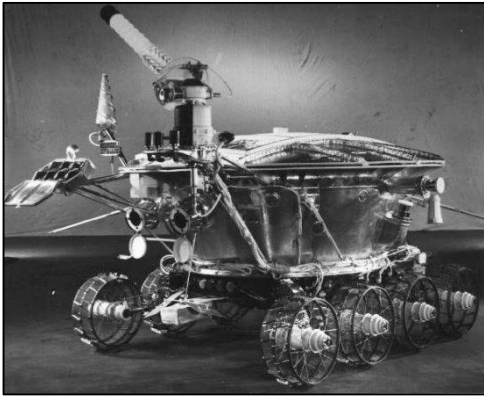
<sup>62</sup> Astromobile. Programme américain : Apollo 15 à 17 (1971-1972)

<sup>63</sup> Astromobile. Rovers sur Mars

<sup>64</sup> Astromobile. Rovers sur Mars

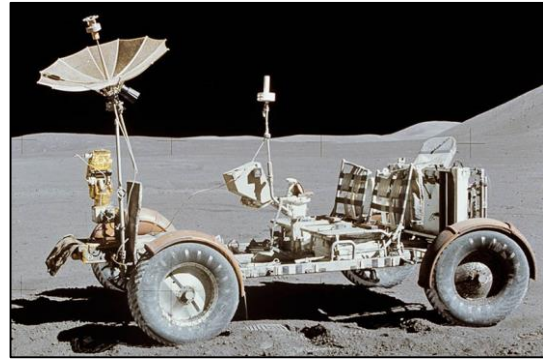
<sup>65</sup> Astromobile. Programme chinois : Chang'e 3 (2013-2014)

Figure 31 : Lunokhod 1



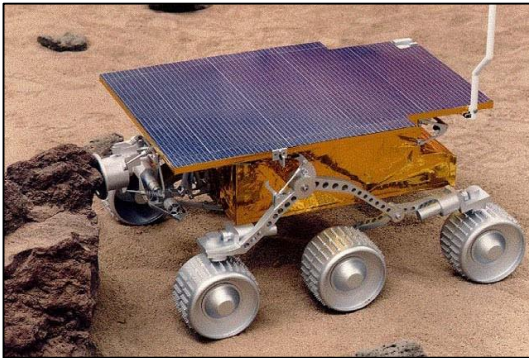
Source : Radio Waves & Speed of Light.  
aerospaceweb.org

Figure 32 : Lunar Roving Vehicle



Source : Astromobile. Wikipédia.com

Figure 33 : Sojourner



Source : Rovers. airandspace.si.edu

Figure 34 : Yutu



Source : China to send its 'jade rabbit' rover to  
moon in early December: media. japantimes.co.jp

Il est actuellement prévu qu'une nouvelle sonde soit envoyée sur Mars en 2018. Dans le cadre du projet *ExoMars*, cette nouvelle astromobile possède la particularité d'avoir été, en partie, conçue par une entreprise suisse : Bluebotics SA. Ceci au terme d'un concours remporté grâce au succès du petit robot « *Shrimp III* » (figure no.35), capable de se déplacer dans n'importe quel environnement à l'aide de ses pattes pliables<sup>66</sup>.

---

<sup>66</sup> L'enjeu des robots industriels



Figure 35 : Shrimp III



Source : Shrimp – On Rough Terrain. bluebotics.com

Le projet ExoMars, initialement lancé en 2000 en collaboration entre l'ESA (Agence spatiale européenne) et la NASA, a subi de nombreux retards jusqu'à ce qu'en 2011, cette dernière quitte le navire à la suite de grosses coupes budgétaires. Une nouvelle collaboration se fait avec la Russie et son agence spatiale *Roscosmos*, assurant ainsi un avenir au projet, avec des vols programmés pour 2016 et 2018. Le but principal du Rover ExoMars (*figure no.36*) sera de déterminer s'il existe ou s'il a existé une quelconque forme de vie sur Mars<sup>67</sup>.

Figure 36 : Rover ExoMars



Source : ExoMars Mission (2018). exploration.esa.int

---

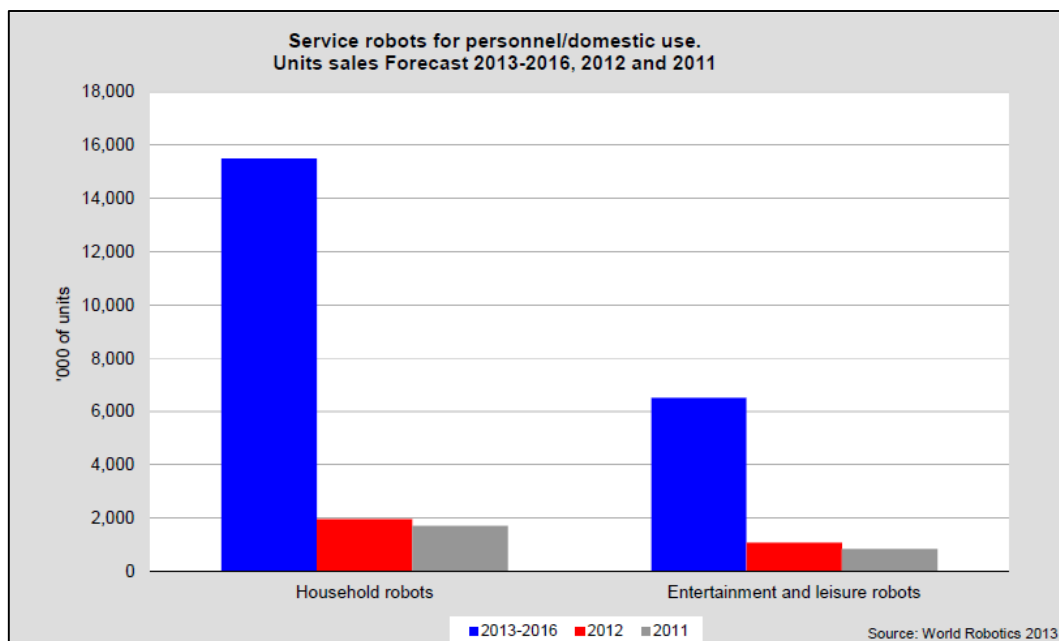
<sup>67</sup> Programme ExoMars

## 5.2 Domaine public

La perspective d'une amélioration de notre quotidien n'est bien sûr pas limitée au secteur industriel, elle s'étend aussi à nos maisons. Dans ce marché en pleine expansion, on trouve de plus en plus de modèles et de marques différents produisant des robots, permettant l'automatisation de diverses fonctions ménagères ou destinées au divertissement. Ce sont aussi toutes les machines destinées à aider la population qu'il faut prendre en compte ici.

Selon une statistique de l'IFR, le nombre de ventes de ces robots devrait exploser dans les 2 années à venir. Alors qu'en 2012, 2'000 machines à utilisation ménagère étaient vendues dans le monde, on attend pour la période 2013-2016 un pic de vente allant jusqu'à près de 16'000 unités. Pour ce qui concerne les robots « jouets », destinés au divertissement et au loisir, ils n'étaient que 1'500 à être écoulés en 2012, alors qu'ils devraient passer les 6'000 unités en 2013-2016 (*figure no.37*).

Figure 37 : Utilisations des robots personnels / domestiques



Source : International Federation of Robotics. 2013. Executive Summary World Robotics 2013

### 5.2.1 Robots ménagers

Un robot ménager ou domestique est simplement une machine exécutant une tâche comme le repassage, le nettoyage ou la tonte de gazon. Il n'existe actuellement pas énormément de modèles dans ce secteur, mais ceux présents sont plutôt bien diffusés<sup>68</sup>.

L'entreprise américaine *iRobot* a produit plusieurs versions de son robot *Scooba* dont la dernière, le *Scooba 450* (figure no.38), permet le nettoyage automatique en 3 phases des sols. Grâce à son système de navigation *iAdapt*, il se déplace en évitant les tapis et les escaliers, il suit les murs et ses bumpers (senseurs à pression) lui indiquent quand il heurte un objet pour éviter tout dommage<sup>69</sup>. Dans le même design, mais avec une fonction un peu différente, on retrouve le robot aspirateur de la série *Roomba*, le *Roomba 800* (figure no.39). Il possède les mêmes caractéristiques de déplacement que son frère, mais permet un nettoyage par aspiration<sup>70</sup>.

Figure 38 : Scooba 450



Source : iRobot Scooba 450. haushalts-robotic.de

Figure 39 : Roomba 800



Source : iRobot Roomba 880 Vacuum Cleaning Robot. pcmag.com

Sous un tout autre design, il existe des robots capables de repasser et sécher votre linge automatiquement. Avec ce but, *Siemens AG* a mis au point un « mannequin » intelligent : le *Dressman* (figure no.40). Pour prendre un dernier exemple, la tondeuse

---

<sup>68</sup> Robot domestique

<sup>69</sup> iRobot Scooba Floor Scrubbing Robot

<sup>70</sup> iRobot Roomba Vacuum Cleaning Robot



automatique de chez *Husqvarna*, l'*Husqvarna 330 X* (figure no.41), procède à la tonte du jardin de manière autonome et a la capacité de rentrer à sa base pour se recharger<sup>71</sup>.

Figure 40 : Dressman



Source : Centrales vapeurs Siemens Dressman  
TJ 10001. clubic.com

Figure 41 : Husqvarna 330 X



Source : adaptée d'Husqvarna 330 X. husqvarna.com

### 5.2.2 Robots de divertissement et d'aide à la personne

La première image représentative d'un robot qui vient à l'esprit est souvent, en dehors des films de science-fiction bien sûr, celle d'un jouet inanimé. Doté de quelques articulations permettant de le mouvoir et sans aucune capacité intellectuelle, il devrait ressembler à celui que l'on retrouve ci-dessous (figure no.42). Mais cette réalité a été dépassée depuis longtemps, car même si le domaine des robots de divertissement reste un des moins répandus dans le monde, il n'en est pas moins développé.

D'un côté, les robots de divertissement ont pour but d'amuser, tandis que ceux d'aide à la personne sont destinés au soutien de personnes en difficulté (autisme, handicapé) ou de personnes âgées, ainsi qu'au support éducatif. L'exemple qui suit a été créé avec le but de regrouper toutes ces caractéristiques.

---

<sup>71</sup> Husqvarna 330 X

Figure 42 : Robot jouet



Source : Toy Robot. Wikia.com

#### 5.2.2.1 Nao

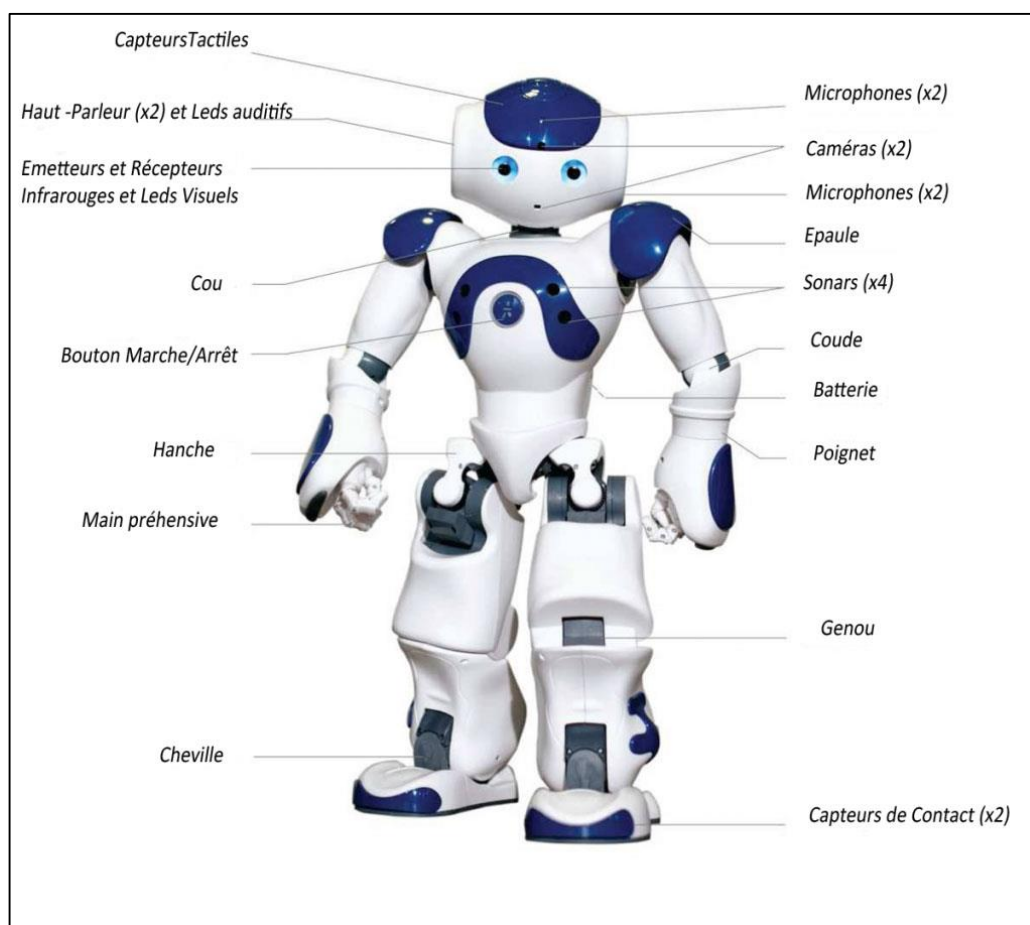
Pour vous le démontrer, voici le petit bijou de l'entreprise française *Aldebaran*. Cette société, fondée en 2005, est née avec pour but de créer une nouvelle espèce de robots à semblance humanoïde dédiée à l'interaction avec l'homme<sup>72</sup>. Leur robot, nommé *Nao* (*figure no.43*), a vu le jour en 2006 avec sa première version et n'a depuis pas cessé d'évoluer pour en arriver à son modèle actuel le « *Nao Next Gen* ». Il ne mesure pas plus de 58 cm, mais est doté de capacités plutôt impressionnantes, telles que : de se déplacer seul, reconnaître les personnes qui l'entourent ou encore enregistrer ce qu'on lui dit pour ensuite pouvoir y répondre. Un peu à l'image des smartphones actuels, il est alimenté par un « *store* » (magasin) d'applications gratuites et payantes développées spécialement pour lui par des passionnés tout autour du globe. Il sera donc capable d'exécuter diverses tâches utiles et moins utiles, mais néanmoins indispensables comme : fonction réveil, station de musique, être vos yeux dans la maison quand vous n'y êtes pas ou encore réciter des cours de mathématiques aux enfants. Pas besoin d'ordinateur ou d'écran tactile pour lui faire exécuter ces tâches, il suffit de le lui demander vocalement<sup>73</sup>.

---

<sup>72</sup> Histoire & Vision

<sup>73</sup> Qui est NAO?

Figure 43 : Nao



Source : AUDITION ROBOTISEE. crime-expertise.org

L'entreprise met à disposition « *open source* » (ouvert à tous) le code et le SDK (Software Development Kit) nécessaires au développement d'application pour Nao. Équipé du « *NAOqi OS* », son système d'opération dédié est orienté interactions et émotions. Le robot est capable d'apprendre avec le temps, c'est-à-dire qu'il est capable d'identifier des actions se répétant selon un jour ou un horaire pour, ensuite, les exécuter sans qu'on le lui demande. Le même processus est utilisé pour l'identification des visages, ce qui lui permet de donner des noms à des personnes. Comme un être humain, il sera capable de vous appeler par votre nom quand il vous voit<sup>74</sup>.

Bien que très évolué sur le papier, il semblerait présenter tout de même quelques points faibles selon l'avis d'utilisateurs.

<sup>74</sup> NAOqi OS, une révolution dans la robotique humanoïde

Premièrement, sa durée de vie : il est en effet conseillé de favoriser les positions assises plutôt que debout, afin d'éviter la sollicitation prolongée des moteurs<sup>75</sup>.

Deuxièmement, son prix : initialement vendu à 12'000€, il n'était pas destiné au grand public mais plutôt aux secteurs industriels et scolaires. Sa version grand public vient d'être mise sur le marché pour la modique somme de 5'000€ pièce. Bien loin de la portée du simple citoyen, il reste encore un objet de luxe destiné aux passionnés.

Troisièmement, sa réactivité : on a tous testé au moins une fois un logiciel de reconnaissance vocal sur notre smartphone ou ailleurs (par exemple *Siri* pour les *iPhone* d'*Apple*) et il est bien connu que ce n'est jamais aussi bien que dans les publicités vendant leurs mérites. Nao ne fait pas exception, il faut donc souvent répéter les ordres plusieurs fois avant d'obtenir un résultat. Résultat qui arrive généralement après plusieurs secondes d'attente (temps de traitement de l'info par le robot) et qui ne correspond pas toujours à ce que l'on a demandé<sup>76</sup>.

Présent dans plus de 70 pays et avec quelques 4'500 exemplaires déployés dans le monde, il fait fureur dans les collèges et universités où il est très apprécié pour son côté ludique et pour l'apprentissage de la programmation de manière interactive. Il est aussi utilisé en soutien aux personnes autistes, leur permettant d'entretenir une interaction avec un être « vivant », les aidants à combler les déficits sociaux<sup>77</sup>.

Figure 44 : Groupe de Nao



Source : Robotique : NAO, robot humanoïde. [uncafemonblocnote.fr](http://uncafemonblocnote.fr)

---

<sup>75</sup> eEric78. 2013. De mon point de vue à part au niveau com, il n'y aucun voyant au vert!

<sup>76</sup> eEric78. 2013. Faire rêver les gens? Il est peut-être là le problème?

<sup>77</sup> NAO bientôt en vente pour le grand public ?

## 6. Types de robot

Suite à l'analyse des nombreuses catégories de robots vues dans le chapitre précédent, il est possible de les séparer en deux groupes différents. Nous retrouvons donc d'une part, les robots que nous allons appeler « spécialisés » et de l'autre, ceux « grands publics ». Chacun de ces deux groupes nécessitant une approche bien distincte selon le public visé.

### 6.1 Robots spécialisés

La première catégorie est celle des robots spécialisés, on entend par là les machines requérant une formation pour leur utilisation. Ce sont des robots dédiés à des professionnels et en aucun cas utilisables par n'importe qui. Chaque machine faisant appel à un certain nombre de prérequis plus ou moins pointus.

On peut classer dans cette catégorie les robots vus auparavant tels que :

- Les drones militaires : il faut, entre autres, faire partie de l'armée, être pilote et avoir suivi une formation de simulation de vol pour pouvoir utiliser ce genre d'arme.
- Les robots médicaux (exemple *Da Vinci*) : sont des aides aux médecins, car ils permettent d'améliorer la précision et la marge de sécurité. Il reste néanmoins des assistants, car ce sont toujours des chirurgiens formés sur le robot qui opèrent.

Ces robots permettent, pour la majeure partie d'entre eux, de fournir une aide aux professionnels du domaine. Ils sont utilisés afin de délivrer un service particulier. La relation est de type humain vers robot : le robot n'est utilisé que lorsque l'humain le souhaite.

### 6.2 Robots grand public

La deuxième catégorie est celle qui nous intéresse tout particulièrement, celle des robots grand public. À la différence des robots spécialisés, ils sont destinés à tout type d'utilisateur : initié ou non, connaissant la robotique ou pas du tout.

On classera dans cette catégorie des robots comme :

- Nao : ce petit robot crée toujours l'émerveillement devant tout type de public, jeune ou moins jeune, initié ou n'ayant jamais vu de robot.
- Robbi : voir le chapitre suivant consacré au projet.

Ils abordent la problématique du service délivré d'une autre manière, la relation est de type robot vers humain. L'idée étant que c'est le robot qui va provoquer le désir chez

l'humain : d'une part pour se faire connaître et de l'autre pour offrir une aide inattendue ou désirée.

## 7. Robbi

### 7.1 Historique d'un projet innovateur

Automne 2012, l'Aéroport international de Genève (GVA) reçoit une offre Innokick (lanceur de projets en Suisse romande, mettant en contact des entreprises avec des étudiants) pour un prototype de robot permettant de transporter des bagages. L'idée est innovante et étudiée par GVA, mais la concrétisation semble peu probable au vu de différents problèmes structurels et techniques, tels que le nombre de passagers ou les zones de sécurité à franchir.

Quelques temps plus tard, c'est l'entreprise basée à Lausanne, Bluebotics SA, qui entre en contact avec GVA, leur soumettant une nouvelle proposition : la mise en place de leur système de navigation propriétaire sur les chariots à bagages de l'aéroport. Ceci permettrait aux passagers de laisser leurs bagages sur des chariots se déplaçant tout seul. Une nouvelle fois, l'idée semble intéressante, mais divers problèmes (nombres de chariots présents, zones à couvrir trop grandes, sécurité des chariots) font que le projet n'est pas accepté par la division informatique de GVA.

Suite à toutes ces offres prometteuses, mais dont la concrétisation semblait impossible, GVA, étudiant le travail effectué par Bluebotics sur le développement de robots, décide de discuter avec cette dernière sur la possibilité de créer un guide robotisé. L'idée étant d'assembler toutes les propositions reçues jusque-là afin de décider d'un prototype à présenter à la direction de l'aéroport. Le design de *Gilberto* (figure no.45), l'un des bébés de Bluebotics, attire l'attention sur le type de robot recherché.

Figure 45 : Gilberto



Source : Gilberto – Tour Guide. [bluebotics.com](http://bluebotics.com)



Décembre 2012, une maquette est montée et présentée à la direction qui est totalement conquise par l'idée et décide de valider le projet et son budget. Les objectifs étant :

- Proposer un service innovant et différent aux passagers.
- Mettre en avant les innovations technologiques en Suisse romande.
- Donner un signal au marché sur les opportunités liées aux nouvelles technologies.

Janvier 2013, la réalisation du robot est déléguée à deux entreprises lausannoises favorisant le marché local : Bluebotics SA (à l'origine du projet) et About Blank (entreprise connue de Bluebotics et conseillée par cette dernière). La première étant chargée de l'aspect matériel et du système de navigation, alors que la deuxième est chargée de l'interface graphique. Deux mois plus tard, le premier prototype au design unique de *Robbi* est livré et testé dans le hall d'arrivée bagages. Le succès est immédiat, le robot se déplace tout seul au milieu de la foule sans toucher aucun obstacle matériel ou humain. Il permet, grâce à son interface tactile, de guider les passagers vers des points d'intérêt dans la zone. On y retrouve des destinations comme les toilettes, le bureau de change, les bagages spéciaux ou encore le distributeur de billets gratuits des TPG, pour n'en citer que quelques-unes.

Figure 46 : Utilisatrice de Robbi



Photo d'Etienne Delacrétaz



Avril 2013, dès ses premières sorties, Robbi fait le buzz médiatique : articles de journaux, articles sur le web, reportages télévisés et vidéos.

Mai 2013, après quelques mois d'utilisation au sein du hall bagages, l'aéroport souhaite mettre en avant son atout en le présentant sur son stand à la première édition du Meyrin Economic Forum (MEF) 2013. Le défi étant de reprogrammer le robot dans un nouvel environnement et de prouver sa capacité d'adaptation. Son interface ne changera pas, mais une feuille de route décrira les nouvelles destinations de Robbi au sein du MEF.

Été 2013, Robbi est sorti régulièrement dans sa zone privilégiée (arrivée bagages) pour des tests de plus longues durées, des statistiques d'utilisations ainsi que des évaluations du succès auprès des passagers. Suite au retour de ces tests, plusieurs projets d'amélioration commencent à prendre forme.

Août 2013, l'envie de Genève Aéroport étant de trouver une vraie valeur ajoutée au robot, une première cartographie d'une nouvelle zone cible (transit) est effectuée.

Janvier 2014, les concessions (regroupements des commerces de Genève Aéroport) souhaitent utiliser le robot pour promouvoir des événements spéciaux. Le Nouvel An russe fait l'objet du premier thème d'habillage de Robbi, avec des pubs dédiées à l'évènement.

Mars 2014, l'organisation du Salon Envol dans le hall CFF de l'aéroport attire l'attention du service marketing et Robbi gagne son ticket d'entrée sur le stand de Genève Aéroport. Son interface est, cette fois, complètement adaptée à l'évènement avec des pubs et des logos en thème avec le salon. La zone a été cartographiée et le robot se déplace au milieu des stands, attirant l'attention des visiteurs.

Avril 2014, une réunion avec Bluebotics est organisée pour discuter des évolutions physiques et géographiques pour la suite du projet. Améliorations comprenant notamment des ajouts de composants et une cartographie de la zone transit par des experts.

Mai 2014, la RTS souhaite venir filmer Robbi en action dans le cadre de son émission TTC sur le thème des nouvelles technologies développées en Suisse romande.

Septembre 2014, le projet TIC, ayant pour thème « un sourire dès l'arrivée », prévoit la mise en place d'un stand mobile à côté du stand d'information, en face de la sortie des arrivées. Ce stand sera composé de deux membres du département informatique, épaulés par Robbi, qui se verra conférer une nouvelle tâche, celle d'attirer l'attention

des passagers afin de les orienter vers ledit stand. Ce dernier proposera des ateliers gratuits sur l'installation et l'utilisation de l'application *GVApp*, ainsi que sur la procédure de connexion au WiFi gratuit de l'aéroport. De son côté, Robbi affichera les informations concernant les arrivées des vols (horaires, retards, statut des bagages).

## **7.2 Aspects techniques**

Robbi arbore un design particulier, car, à la différence des robots que l'on rencontre habituellement, il ne possède pas une structure humanoïde, mais au contraire une forme beaucoup plus professionnelle. Pesant plus ou moins 100kg, il est composé de deux pièces maîtresses : un socle et un écran.

### **7.2.1 Le socle**

Le socle est le centre de contrôle de tout le robot, il contient :

- Le cerveau, représenté par deux ordinateurs (un pour la gestion de la navigation et un pour la gestion de l'interface).
- Le cœur, représenté par la batterie.
- Les yeux, représentés par le système ANT® navigation (comprenant les lasers) gérant le déplacement.
- Les jambes, représentées par les moteurs et les roues permettant le déplacement.
- La sécurité, un bouton d'arrêt d'urgence permet le blocage des moteurs en cas d'enclenchement de la part d'une personne.

Une des questions récurrentes vis-à-vis de sa technologie a été sur la durée de vie de la batterie. Après avoir effectué une journée de travail continue (équivalente à 9 heures), la batterie de Robbi affichait une capacité de 48% restante. Nous pouvons donc facilement estimer son autonomie d'utilisation à 15h-20h. Des capacités plutôt impressionnantes au vu du nombre de périphériques alimentés (ordinateurs, moteurs, écran, router, lasers).

### **7.2.2 L'écran**

L'écran est l'interface avec l'utilisateur, il permet une communication bidirectionnelle entre l'homme et la machine. Il est composé :

- D'un grand écran tactile horizontal.
- D'un router permettant la connexion internet, ainsi que d'un câble Ethernet permettant une connexion directe d'un PC pour la paramétrisation et la cartographie.

L'interface est gérée par une page web en JavaScript (page web stockée sur l'adresse IP du robot) tournant sur un PC en Windows 7.

### **7.2.3 La navigation**

La navigation est le point fort de Robbi. Il est équipé du système ANT® navigation, développé par Bluebotics SA, qui lui permet de se déplacer dans un espace (une carte) sans nécessiter aucun changement physique de ce dernier : pas d'ajouts de capteurs, de marques au sol ou d'autres signes indicateurs. Le système ANT® permet au robot de s'autoguidé de manière totalement autonome, à l'aide de lasers placés en bas du socle, dans une carte (préalablement enregistrée). Ces lasers, ayant une marge d'erreur d'1cm et une ampleur de 180°, détectent chaque obstacle permettant ainsi d'esquiver toutes formes physiques humaines ou matérielles se trouvant dans son champ de vision. Robbi a une capacité de déplacement maximale de 2 m/s équivalant à plus ou moins 7 km/h. Pour des raisons de sécurité, il est néanmoins important de lui adapter sa vitesse à pas d'homme (5 – 6 km/h), ceci afin d'avoir un espace de freinage le plus petit possible et par extension, d'éviter toutes collisions.

### **7.2.4 La cartographie**

Pour en arriver là, il est néanmoins nécessaire de cartographier chaque nouvelle zone au préalable. Pour ce faire, Robbi est initialement « promené » à l'aide d'un joystick à vitesse réduite (moitié de sa vitesse de croisière) tout le long de la zone. Ceci permet au robot de créer une première carte de ce qu'il a pu voir pendant sa balade. Par la suite, un logiciel d'édition permet d'éditer la carte afin de la peaufiner. À cet effet, les actions suivantes sont disponibles :

- Suppression de repères à double : il est possible qu'une fois la carte générée, le robot ait marqué certains murs deux fois (orientation des lasers sur une même zone à deux passages différents). Il est donc conseillé d'éliminer les doublons, afin d'affiner la précision du marquage.
- Rajout de murs fictifs : cette option permet de créer de faux murs sur la carte, afin que le robot évite à tout prix certaines zones. Il est recommandé d'utiliser cet outil pour garder le robot à l'écart de points dangereux, tels que les escaliers, les trous ou encore les obstacles à mi-hauteur que les lasers au sol ne peuvent détecter.
- Suppression de « faux » repères : il est possible que le robot détecte et marque sur sa carte des points qui ne seront pas utilisables par la suite, car le risque que ces repères soient déplacés est trop élevé. Cela peut concerner quasiment tout ce qui n'est pas un mur, tels que des panneaux publicitaires, des décorations ou encore des stands.

Une fois la carte « nettoyée », c'est la phase de marquage des routes qui commence. Le logiciel fournit diverses options pour la création de parcours qui se résume par l'insertion de *nodes* (nœuds) et de tracés unis ou bidirectionnels. Les *nodes* sont des points de repère et de possibles points d'arrêts pour le robot, tandis que les tracés sont les routes liant chaque *node* et indiquant par où le robot a la possibilité de transiter. Un *node* de base est indiqué, celui-ci symbolise le point que Robbi ralliera après chaque mission.

Lorsque la carte est terminée, celle-ci est chargée dans la mémoire de la machine et chaque bouton de l'interface est lié à un *node*. Il est ensuite important de toujours démarrer le robot au point de départ (nœud 0) pour qu'il puisse à tout moment savoir où il se trouve sur la carte.

## **7.3 Expériences à Genève Aéroport**

### **7.3.1 Un été au contact des utilisateurs**

De juillet à août 2013, Robbi a été sorti quotidiennement pendant un mois en période de grosse affluence dans la zone d'arrivée bagages. Les objectifs étaient : de coter le succès du robot auprès des passagers, de quantifier l'utilisation du robot par les passagers, d'évaluer la possibilité de déployer le robot sans aucun support humain dans une zone et de tester le fonctionnement de la navigation parmi un nombre important de personnes.

Le robot a été paramétré pour la zone et a ensuite pu naviguer quatre heures par jour à des périodes différentes de la journée. Une fonctionnalité de « *log* » a été programmée sur Robbi pour qu'il enregistre toutes ses activités dans un fichier (chaque déplacement, destination choisie, interruption de mission, les fois où il se perd et les fois où il a été bloqué par le bouton d'arrêt d'urgence). Par la suite, des statistiques d'utilisation étaient effectuées sur la base de ces fichiers :

- Nombre de missions demandées : permet de savoir combien de fois les passagers ont interagi avec le robot.
- Nombre de missions complétées ou annulées : permet d'évaluer le taux de réussite de chaque destination.
- Top et flop des destinations : permet de se rendre compte des destinations les plus et les moins demandées par les passagers.
- Temps d'attentes les plus longs : permet de jauger le temps durant lequel le robot a pu être au maximum inactif (en attente d'ordres) par jour.
- Temps de trajet : permet d'estimer le temps de déplacement moyen nécessaire pour rejoindre une destination.

Figure 47 : Utilisateur de Robbi



Photo d'Etienne Delacrétaiz

#### 7.3.1.1 Légende du contenu d'un fichier de log :

- Started : indique que le robot est initialisé et démarré à son point 0.
- Moving back to base : Indique que le robot rentre à son point base, suite à l'accomplissement d'une mission ou à un arrêt prolongé sur un trajet.
- To node 1xxx : indique le point de destination du robot et la mise en mouvement de la machine.
- Show interface : indique l'interaction d'une personne avec l'écran. Le robot s'arrête s'il est en mouvement, désactive le slideshow (série d'images, publicités tournant en boucle) et affiche l'interface avec les boutons.
- Stopped : au moment d'une interaction, le robot se stoppe.
- Toilet, information desk, bagages tracing, etc. : indiquent la destination choisie par l'utilisateur, suite au clique d'un bouton sur l'interface.
- Destination reached : indique que le robot est arrivé à la destination demandée.
- Base reached : indique que le robot est arrivé à son point base.
- Cancel countdown : indique que l'utilisateur a annulé l'ordre de mission avant que le robot se mette en marche.

- Lost : Navigation error: cancel walk : indique que le robot s'est perdu, il s'arrête immédiatement.
- Emergency : Navigation error: cancel walk : indique que le bouton d'arrêt d'urgence a été appuyé, le robot est immobilisé tant que le bouton est enfoncé.

### 7.3.1.2 Extrait d'un fichier de log :

Tableau 1 : Extrait d'un fichier de log (02.08.2013)

Date Heure	Type	Action
02.08.13 09:42	appli	started
02.08.13 09:42	appli	moving back to base
02.08.13 09:42	move	to node 1002
02.08.13 09:43	appli	show interface
02.08.13 09:43	move	stopped
02.08.13 09:43	appli	moving back to base
02.08.13 09:43	move	to node 1002
02.08.13 09:44	appli	show interface
02.08.13 09:44	move	stopped
02.08.13 09:44	button	information desk
02.08.13 09:44	move	to node 1035
02.08.13 09:46	move	destination reached
02.08.13 09:46	appli	moving back to base
02.08.13 09:46	move	to node 1002
02.08.13 09:48	appli	show interface
02.08.13 09:48	move	stopped
02.08.13 09:48	button	bagages tracing
02.08.13 09:48	button	claim swissport
02.08.13 09:49	move	to node 1011
02.08.13 09:50	move	destination reached
02.08.13 09:50	appli	moving back to base
02.08.13 09:50	move	to node 1002
02.08.13 09:51	appli	show interface
02.08.13 09:51	move	stopped
02.08.13 09:51	appli	moving back to base
02.08.13 09:51	move	to node 1002
02.08.13 09:52	appli	show interface
02.08.13 09:52	move	stopped
02.08.13 09:52	appli	moving back to base
02.08.13 09:52	move	to node 1002
02.08.13 09:52	appli	base reached

Source : Rapport Robbi – 19.07.2013 / 09.08.2013

### 7.3.1.3 Observations statistiques

Pour une meilleure compréhension des commentaires qui suivront, voir l' « Annexe 1 : Rapport Robbi – 19.07.2013 / 09.08.2013 ».

Suite à l'élaboration des statistiques, il a été observé qu'une destination accaparait tout particulièrement l'attention des passagers avec 33% de requêtes sur les 11 destinations possibles : les toilettes. Il est intéressant de remarquer que d'une part, les toilettes symbolisent le plus grand besoin d'un passager à la sortie d'un vol et que de l'autre, l'icône des toilettes reste la plus « parlante » et la plus intrigante au premier abord de l'interface. Il est donc difficile de savoir pour laquelle de ces deux motivations un utilisateur choisit principalement cet objectif. Un indice favorisant la première hypothèse, celle du réel besoin, peut être le fait que cette destination atteint aussi un bon taux de réussite (mission complétée, le robot est arrivé devant les toilettes) avec 35%.

Un autre point intéressant a été relevé par ces statistiques : celui de la destination des tickets gratuits des TPG. En effet, cet objectif atteint le meilleur taux de réussite de mission parmi toutes avec 48%. On peut donc en déduire que lorsqu'il s'agit d'un produit gratuit, les passagers ont plus facilement tendance à vouloir savoir où le trouver.

Parmi les points positifs, il est facile d'insérer sa navigation, au vu des résultats obtenus sur de longues durées de déploiement en zone. Robbi n'a jamais percuté d'être humain, grâce à l'efficacité de ses lasers qui lui permettent d'esquiver tout obstacle. Sa vitesse de croisière étant réglée à pas d'homme, le robot réussit toujours à s'arrêter à temps même en cas de freinage d'urgence. Il lui est arrivé tout de fois de percuter quelques objets physiques, tels que des chariots à bagages. Ceci est dû au fait que les lasers ne détectent pas les obstacles à mi-hauteur. Le robot « voit » donc les roues et pense pouvoir passer entre les deux, alors que plus haut se trouve la plaque transversale des chariots.

Parmi les points négatifs, on a pu observer que lorsque le robot se trouve à sa base en mode statique (immobile), il devenait invisible aux yeux des passagers qui lui passaient à côté sans le remarquer. Ceci a provoqué des temps d'inactivité pouvant aller jusqu'à 1 heure et demi. Ce problème est traité dans le chapitre « Provoquer l'envie d'interaction ».

Un autre point négatif est le nombre de fois où le bouton d'arrêt d'urgence a été enclenché (1.5 fois par jour en moyenne), paralysant le robot pour une période

indéterminée (tant que le bouton n'est pas libéré sur son socle en le tournant vers la gauche). S'agissant d'une mesure de sécurité obligatoire pour tout type de robot mobile, il n'est pas possible de l'ôter ou de le verrouiller. Il a donc été discuté d'un éventuel ajout de message : « À n'activer qu'en cas de danger ! » sur le socle du robot pour éviter les abus. Dans le cas où le bouton aurait été appuyé, un message s'afficherait sur l'écran : « Si je me trouve dans une position sûre, veuillez s'il vous plaît me déverrouiller », suivi d'une animation du déverrouillage du bouton.

Quelques faiblesses matérielles ont aussi pu être détectées, notamment au niveau de l'écran. La forte sollicitation de celui-ci, liée à sa durée d'utilisation, fait que sa réactivité diminue et certains ordres ne sont pas enregistrés ou, au contraire, activés alors que personne n'a interagi. Il arrive aussi que l'interface se désynchronise de la navigation, provoquant des incohérences (par exemple, le robot affiche des données de navigation, alors qu'il est totalement arrêté). Chacun de ces problèmes nécessite un déblocage manuel (intervention sur le robot), pouvant aller jusqu'à son redémarrage.

Finalement, suite aux observations faites, c'est la question sur la possibilité de laisser Robbi seul dans une zone qui a été abordée. Question qui trouva assez aisément une réponse, au vu des différents problèmes de « blocage » de la machine (bouton d'arrêt), des possibles fois où le robot se perd, ainsi que des problèmes d'interface. Il a en effet été décidé qu'avec sa version actuelle, Robbi n'était pas prêt pour un déploiement sans support à proximité. Une possible solution au problème serait de former le personnel de la zone d'activité du robot à l'utilisation de Robbi, afin de garantir un support en permanence sans obligation d'intégrer une personne dédiée à cette tâche.

#### **7.3.1.4 Observations humaines**

En ce qui concerne le succès de Robbi auprès des passagers, il a été remarqué que, selon la tranche d'âge, la relation humain-robot est bien différente. Dans cette optique, c'est avec la catégorie des enfants que Robbi remporte le meilleur taux de réussite. Cette tendance est due à leur émerveillement devant une « créature » se déplaçant toute seule. Leur curiosité les poussant à tester le robot sous toutes ses options (toutes les destinations sont souvent demandées, le robot est suivi partout dans le hall, le bouton d'arrêt est lui aussi testé) fait en sorte que leur temps d'interaction est plutôt long (plus de 5 min).

Pour les adultes, le contact est bien différent : ils sont beaucoup plus réticents que les enfants et n'osent parfois pas faire le pas vers la machine. De plus, leur émerveillement est nettement plus éphémère, une fois le concept du robot compris, ils



vont voir ailleurs. Lorsque le robot est sollicité pour une destination, il est très souvent utilisé à titre d'amusement. En effet, la personne le regarde s'en aller, ne le suivant pas jusqu'à l'arrivée. Le temps d'interaction d'un adulte avec Robbi est donc généralement court (moins d'une minute).

Les personnes âgées sont, quant à elles, les plus difficiles à cibler, car elles ont souvent peu ou pas l'habitude de la technologie. Ce phénomène de société se reflète aussi dans ce contexte, leur réticence face à une machine inconnue est totale, limitant considérablement les interactions avec cette classe d'âge.

### 7.3.2 Salon Envol 2014

En Mars 2014, l'aéroport souhaite booster sa présence au sein du Salon Envol (salon organisé par l'aéroport de Genève sur le thème du voyage, regroupant : compagnies aériennes, agences de voyage, ainsi qu'offices du tourisme de différents pays), pour ce faire il a été décidé d'intégrer Robbi au stand GVA.

Une interface complètement adaptée au salon a été développée (*figure no.48*), ainsi que la carte de la zone du hall CFF de l'aéroport. Cette expérience a permis de tester pleinement les capacités d'adaptations du robot dans de nouvelles situations (nouvelles zones, nouveaux objectifs, nouveau public).

Pour ce faire, une analyse de son code a été opérée avec pour objectif de cibler les parties pouvant être modifiées afin d'être généralisées. Le but étant de faciliter son utilisation dans des situations d'emplois différents. Par exemple, chaque icône de l'interface possédait un nom dédié à sa représentation graphique (l'icône des toilettes s'appelait *icone\_toilettes*), ainsi qu'un nombre limité de blocs de code selon le nombre d'icônes présentes (un bloc modélise une icône). Les modifications suivantes ont été apportées :

- Mise en place d'une règle de nommage des images (icônes de l'interface, publicités et images dans le slideshow) facilitant leur insertion automatique sans devoir toucher au code.
- Nommage des icônes dans le code selon leurs positions dans l'interface (node\_01, node\_02, node\_03 pour les icônes numéro 1, 2 et 3).
- Insertion des blocs de code nécessaires à la mise en place d'un maximum de 10 icônes sur l'interface. Permet une adaptabilité selon le nombre d'icônes désirées sans devoir ajouter ou enlever du code, il suffit de mettre ou d'enlever les commentaires sur les blocs voulus.

- Création d'un tutoriel illustrant les dimensions des images, leurs règles de nommage, ainsi que leurs positions d'insertion à l'intérieur des fichiers du robot pour chaque partie de l'interface.

Chacune de ces modifications ont pour but, d'une part d'augmenter la réutilisabilité du robot dans n'importe quelle situation et de l'autre, d'isoler un maximum le code afin d'en faciliter l'utilisation par des personnes ne connaissant pas la programmation. Ces dernières n'auront qu'à suivre le tutoriel pour personnaliser Robbi selon leurs besoins.

## 7.4 Perspectives d'évolutions

### 7.4.1 Trouver la valeur ajoutée

Nicola Tomatis, CEO de Bluebotics SA s'est une fois exprimé, lors d'un rendez-vous avec le groupe informatique de Genève Aéroport, en disant : « *Une machine à laver ça lave, une machine à café ça fait un café, mais à la base, un robot ça ne sert à rien ! Il est donc indispensable de lui trouver et développer des applications qui le rendront utile, pour ainsi créer un besoin.* »

La difficulté de trouver la ou les bonnes valeurs ajoutées permettant d'offrir un vrai plus aux personnes ayant une interaction avec le robot est extrêmement complexe. De quoi une personne a-t-elle réellement besoin ? Qu'est-ce qui va inciter une personne à interagir avec la machine ?

Ce sont les questions que Genève Aéroport s'est posé pour essayer d'améliorer l'expérience Robbi auprès des passagers. Au terme de discussions sur le sujet, deux idées principales ont vu le jour et sont désormais en cours de développement pour la suite du projet :

- La première est celle de l'ajout d'un scanner / lecteur de code-barres dans le cadre de l'écran du robot. L'idée est de permettre aux passagers d'avoir toutes les informations relatives à leur vol simplement en scannant leur boarding pass.
- La deuxième est celle de l'ajout d'une caméra / appareil photo dans la tête du robot permettant la génération d'un flux vidéo ou d'une galerie photos publiable sur les écrans de tout l'aéroport.

Une analyse des besoins des utilisateurs, liée à la zone de déploiement du robot, aide à comprendre quelles sont les réelles attentes des personnes. Il est donc fortement conseillé d'effectuer ce genre d'analyse avec une première version du robot et d'en évaluer les besoins afin de développer des solutions ciblées.

### 7.4.2 Un déploiement stratégique

Un aspect important est le lieu de déploiement du robot. Il faut savoir trouver la zone qui attirera un maximum de public selon les services délivrés par la machine. Ce choix sera déterminé par plusieurs aspects techniques dictés selon le fonctionnement et la morphologie du robot.

La prise en compte ou non d'une zone devra être faite, suite à l'évaluation d'une liste de caractéristiques la concernant. Parmi celles-ci, on retrouve :

- La grandeur de la zone à couvrir.
- Les changements structurels et matériels que peut subir une zone dans le temps.
- Le nombre de points de « danger » pour la machine (trous, escaliers, obstacles « invisibles » aux capteurs et lasers).
- L'affluence de personnes.
- La disposition des points de repère.

Il n'existe donc pas de règles définies, mais plutôt des conseils qui varient selon l'utilisation souhaitée du robot. Il faut donc tenir compte que :

- Une grande zone signifie : de longs trajets, beaucoup de distances à parcourir, une augmentation du risque de modifications de la structure, ainsi qu'une possible insuffisance matérielle (un seul exemplaire de robot peut ne pas suffire à garantir le/les services).
- Les changements structurels et matériels tels que : les ajouts de décorations, les changements de place d'objets, les ajouts de « murs » ou obstacles posent de gros problèmes au robot si celui-ci s'oriente selon une carte préenregistrée. Plus la zone subit de changements et plus le robot risque de se perdre.
- Les points de danger représentent des secteurs à éviter en toutes circonstances, la moindre erreur peut signifier de gros dégâts matériels pour le robot. Il est donc conseillé de limiter au maximum ce genre d'obstacles.
- Une grande affluence de personnes peut être positive, car elle augmente considérablement les chances d'interaction humain-robot. En contrepartie, le robot disposera de beaucoup moins d'espace de mouvement, le ralentissant et augmentant le risque de se perdre (l'afflux des gens autour de lui cache ses repères sur sa carte).
- La zone choisie doit disposer de nombreux points de repère fixes que le robot peut utiliser pour se guider. Certaines formes, telles que les arrondis, sont

problématiques lors de l'analyse par les lasers, il faut donc les éviter. Certaines surfaces peuvent aussi déranger la navigation, tels les miroirs ou les matériaux réfléchissants qui peuvent donner l'impression au robot de voir une zone deux fois plus grande.

#### **7.4.2.1 Hall arrivée bagages**

Dans le cas de Robbi, la zone initiale de test (hall d'arrivée bagages) aurait pu sembler être un bon choix, au vu de son service délivré : le guidage vers des points clés. L'idée était de décrocher un : « Wow ! Regarde ce que fait Genève Aéroport, c'est du jamais vu ! » aux passagers arrivant d'un vol dans l'aéroport et tombant nez à nez avec un serveur automatisé. De plus, la zone possède une très bonne physionomie : il y a de l'espace, beaucoup de points de repère, le robot peut naviguer facilement, l'espace est fermé et donc sûr. Le problème ? Il n'est donc pas structurel, mais humain : en effet, c'est le cadre dans lequel le robot entre en contact avec les personnes qui est problématique. Les passagers arrivant dans ce hall sont des personnes venant de terminer un voyage plus ou moins long en avion. Elles sont fatiguées, à la recherche de leurs bagages et ne souhaitent qu'une chose : pouvoir sortir de là au plus vite. La présence d'un robot, aussi utile soit-il, les intéresse peu ou pas du tout.

#### **7.4.2.2 Transit**

Au vu des résultats constatés en zone arrivée bagages, la suite du projet Robbi a été étudiée pour le transit (zone se trouvant après la sécurité) où l'on retrouve des commerces, ainsi que les portes d'embarquement. Là-bas, les passagers n'ont finalement qu'une chose à faire : attendre leur vol. L'utilisateur est donc beaucoup mieux ciblé, il aura le temps de s'intéresser à la machine, qui pourra de son côté délivrer un service dans de meilleures conditions et de manière nettement plus efficace. De plus, la zone offre beaucoup d'options (commerces, restaurants, points d'intérêts, panneaux d'affichage), ainsi qu'une certaine sécurité pour la machine (peu de risque de vol ou de vandalisme). Une fois Robbi prêt à être déployé, un point fixe de la zone lui sera dédié en tant que station de recharge où il pourra continuer à dispenser ses services de manière statique.

#### **7.4.2.3 Grand hall des départs**

Le grand hall des départs (zone où l'on retrouve tous les guichets pour l'enregistrement des bagages) est l'option qui n'a pas été retenue. Ce secteur posait plusieurs

problèmes majeurs qui ont fait qu'il n'a pas été choisi. Le premier d'entre eux est une raison de sécurité : le robot aurait été trop exposé au monde extérieur et donc à de possibles vols ou vandalisme. Le deuxième est l'ampleur de la zone qui aurait été problématique pour la couverture par un seul robot. Le troisième est de l'ordre structurel, en effet cette zone est souvent sujette à beaucoup de modifications matérielles. Finalement, l'afflux massif de personnes dans certaines périodes et certains horaires aurait sérieusement limité ou perturbé la navigation de Robbi.

### 7.4.3 L'importance de l'interface

L'interface est la partie la plus importante pour un robot de ce genre, car elle est le centre d'interaction avec son utilisateur. C'est aussi un élément principal dans l'appréciation de la machine de la part de l'humain. L'interface se doit donc d'être :

- Simple : ne contenir qu'un maximum d'une dizaine de boutons cliquables.
- Compréhensible : l'action de chaque bouton doit être comprise au premier regard.
- Épurée graphiquement : l'interface doit être plaisante sans être surchargée d'informations et de couleurs différentes.
- Lisible : il est important d'avoir des boutons cliquables, ainsi que des textes de grande taille.

La première version de l'interface de Robbi était composée d'une série d'icônes représentant les points d'intérêts dans la zone d'arrivée bagages. L'inconvénient ? Les icônes étaient représentées par une simple image. Ceci ne posait aucun problème pour une destination comme les toilettes, que tout le monde reconnaît en voyant le dessin d'un homme et d'une femme, cependant l'incertitude naissait avec certaines icônes dont l'image n'était pas si représentative. L'exemple de l'icône du chariot à bagages qui semble représenter l'endroit où en trouver n'est en réalité que le distributeur de jetons pour les chariots. Il est donc important de prendre en compte le fait que chaque personne interprète de manière très personnelle une image et que si l'on veut éviter toute ambiguïté, il est conseillé de rajouter un mot explicatif.

Lors de la création de la nouvelle interface pour le Salon Envol, chaque bouton a été composé d'une image et d'un texte pour augmenter sa compréhensibilité (*figure no.48*).

Figure 48 : Interface Salon Envol 2014



Photo de Nicola Brentini

Une nouvelle option a été discutée pour une possible évolution du système d'affichage en passant d'une page web sur un browser Windows 7 à une application adaptée tactile sur Windows 8.1. Ceci permettrait une meilleure gestion de l'interface et de l'affichage, qui n'est actuellement qu'une page web en plein écran.

#### 7.4.4 L'importance du design

Si l'interface est le moyen de communication entre l'homme et la machine, son look reste la première chose que l'humain va voir, il est donc primordial que le robot donne envie d'être approché. Pour ce faire, il existe divers types de design ayant généralement des impacts différents, en voici quelques exemples :

- Robots à forme humanoïde : ils permettent à l'homme de s'identifier à la machine, facilitant le rapprochement. Ils sont malheureusement souvent affublés d'une réputation de gadget à tort, en effet ce genre de robots fait souvent office de divertissement mais peut aussi délivrer des services utiles.
- Robots zoomorphes : ce sont les robots ayant une forme animale. Ils font appel aux sentiments de l'être humain avec leurs formes adorables. Ils ont souvent pour but de divertir ou de simuler un animal de compagnie.

- Robots non conventionnels : ce sont les robots n'ayant pas un design traditionnel. Tant qu'ils ne rentrent pas en action, ils sont généralement bien camouflés dans leur environnement, car pas suspectés d'être des robots. Ils dégagent habituellement un sentiment de professionnalisme et tentent d'apporter une vraie valeur ajoutée.

Pour le projet Robbi, l'aspect design a été longuement discuté. Initialement, l'idée était de créer un robot en partie humanoïde, dans le style de *Gilberto* (voir figure no.45), puis, suite à quelques réflexions, l'effet gadget dégagé par ce genre de robot aurait été à l'encontre de l'envie de livrer un outil professionnel. C'est donc à ce moment-là qu'est née l'idée d'un design innovant : celle d'un panneau d'information (genre iPad géant) amovible, utilisable en mode fixe ou mobile et réutilisable selon le contexte.

Figure 49 : Robbi dans le hall arrivées bagages

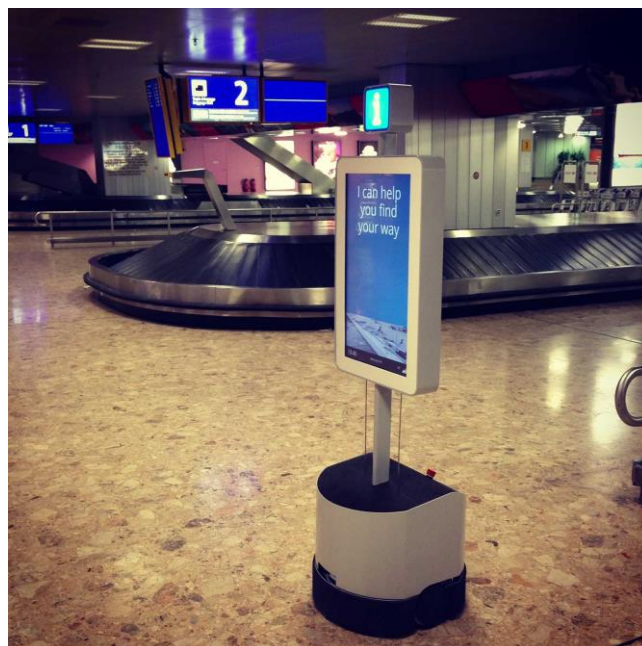


Photo de Nicola Brentini

#### 7.4.5 Provoquer l'envie d'interaction

Attirer l'attention de l'homme et faire naître l'envie d'interaction sont les défis qu'il est indispensable de résoudre pour que le robot ait un véritable succès. Car la machine pourrait être révolutionnaire, apporter une plus-value incroyable et essentielle, mais si personne ne la voit, personne ne l'utilisera, la rendant complètement inutile. Plusieurs pistes sont donc possibles pour augmenter sa visibilité.

L'un des plus gros problèmes rencontrés avec Robbi a été son « invisibilité ». Il a, en effet, été remarqué que l'inactivité du robot était un gros frein pour l'interaction avec le passager. Cette problématique est principalement due à deux causes : la première physique, la deuxième technique.

Le problème physique est, tout simplement, la conséquence de son apparence non conventionnelle à l'image que l'homme se fait du robot. Il est donc difficile d'imaginer, pour quelqu'un qui n'a jamais vu Robbi en action, que ce « panneau d'affichage » permette bien plus qu'un simple affichage d'informations. Le passager n'aura donc pas l'envie d'essayer quelque chose qu'il croit banal et sans réel intérêt. Un changement physique n'étant pas envisagé, un autre aspect a été discuté pour l'amélioration de sa visibilité et l'attraction des passagers : l'ajout d'une carte son à l'ordinateur permettant à Robbi de « parler » dans certaines situations (attirer l'attention des gens, faire signe aux gens de le laisser passer, remercier, saluer, inviter à l'utilisation).

Le problème technique réside dans sa programmation, plus précisément dans sa gestion des « temps morts ». Une fois une zone cartographiée, il est indiqué au robot un point base. Ce repère symbolisera la zone où il devra systématiquement retourner une fois sa mission terminée ou lors d'un arrêt prolongé sur le parcours. Ce petit rituel n'est, finalement, qu'une autopénalité, car une fois retourné à sa base, le robot ne bougera plus jusqu'à la réception d'une nouvelle mission, le rendant complètement invisible aux passagers. Une solution a donc été discutée pour pallier cet obstacle, le robot aura donc pour ordre de faire des petits tours préprogrammés lors d'un arrêt prolongé à sa base (au bout d'une minute d'inactivité).

#### **7.4.6 L'aspect marketing**

La publicité est aujourd'hui une des sources de revenus pour beaucoup de domaines, la rendant indispensable, voire vitale. Il est donc essentiel de prendre en compte ce facteur lors de la mise en place d'un robot dans un lieu public. La présence de commerces favorise les possibilités de diversifications publicitaires et permet d'instaurer une relation gagnant-gagnant. D'une part, cela procure une entrée monétaire et de l'autre une augmentation de visibilité pour le commerce.

Initialement, l'aspect marketing n'avait pas été pensé en tant qu'objectif du projet, mais il se trouve que, depuis son lancement, Robbi est beaucoup plus sollicité par des secteurs tiers que ce qui aurait pu être imaginé au départ. L'affichage de publicités dédiées sur un support mobile a, dès lors, pris une grande importance et il est



primordial d'en tenir compte à chaque nouveau déploiement de la machine. Parmi ces acteurs, on retrouve :

- Le service marketing de l'aéroport qui utilise Robbi pour promouvoir des événements, des publicités pour des compagnies ou des vols (*figures no.50*).
- Les concessions (regroupements des commerces de Genève Aéroport) en ont fait l'objet de leur campagne de promotion pour le Nouvel An russe (*figures no.51*).
- Les exposants lors des salons spéciaux (MEF, Salon Envol) ont été intéressés par le concept et souhaiteraient acheter un espace sur les diaporamas du robot pour les éditions à venir.

L'aspect publicitaire, ainsi que la possibilité de vendre certains espaces d'affichage de Robbi à des commerces de secteurs ciblés ont été discutés et se concrétisent pour la mise en place en zone transit.

Figure 50 : Publicité pour Icelandair



Photo de Nicola Brentini

Figure 51 : Nouvel An Russe



Photo de Nicola Brentini

## 8. Conclusion

La robotique évolue de jour en jour à pas de géant. À ce titre, nous avons pu découvrir de nombreux exemples de bijoux technologiques produits aujourd'hui dans le monde. Chaque machine ayant ses caractéristiques et son mode de fonctionnement, il est tout de même important de distinguer son lieu de mise en activité.

Les prouesses technologiques font qu'un robot industriel est capable d'exécuter son travail de manière répétitif en toutes circonstances et à tout moment de la journée. Toutefois, nous avons pu voir que l'autonomie absolue d'un robot reste un grand défi, une fois que celui-ci est immergé au milieu d'utilisateurs non préparés ou non informés de sa présence. En effet, dans le cas de Robbi, il a été décidé qu'il n'était pas encore prêt pour un déploiement sans support humain.

L'intégration d'un robot dans un espace public n'étant pas si anodine, il est indispensable de prendre en compte plusieurs aspects pour aider à la réussite de sa mise en place. Pour les résumer, nous avons observé que :

- La valeur ajoutée est le facteur de succès du robot et sa source de durée d'interaction avec l'utilisateur. Un robot sans valeur ajoutée aura pour effet de limiter drastiquement l'attention de la personne envers lui, ainsi que d'offrir une image strictement amusante et non utile.
- La zone d'utilisation du robot est son espace de travail, il est donc important d'en analyser sa morphologie et de comprendre quels peuvent être les avantages (possibilités et options) et désavantages (dangers) qu'elle propose. Le but étant de choisir la zone qui aura le meilleur impact pour l'utilisateur.
- L'interface joue un rôle capital dans la communication humain-robot, elle se doit donc de respecter des standards qui sauront séduire l'utilisateur.
- Le design est le premier impact visuel entre l'humain et le robot. Il faut savoir équilibrer professionnalisme et attirance.
- L'envie d'interaction de l'homme doit naître dès la première vision du robot. Le robot doit savoir se mettre en valeur le plus possible pour attirer l'attention, mais sans devenir insupportable, ceci afin d'éviter le problème de l'invisibilité.
- Le marketing fait partie intégrante de l'environnement d'un robot dans un espace public comportant des commerces. Il est important de savoir jouer de cet avantage en proposant des offres au secteur privé, afin d'instaurer une relation gagnant-gagnant.

Pour conclure, nous avons vu que le domaine de la robotique est en pleine expansion, dans de plus en plus de secteurs. La présence d'un serviteur robotisé est toujours une très bonne surprise et réussit souvent à décrocher un sourire aux personnes le rencontrant. Le buzz médiatique, qu'une évolution de ce genre apporte à son propriétaire, est un facteur intéressant qui compense souvent largement l'investissement.

Et vous, êtes-vous prêt à franchir le pas ?

## Bibliographie

7 Newest Robot Generations and Their Uses. pouted.com [en ligne] Dernière modification de la page le 6 mai 2014 à 14:03. [Consulté le 6 mai 2014] Disponible à l'adresse : <http://www.pouted.com/7-newest-robots-generations-uses/>

About us - World Robotics 2013. worldrobotics.org [en ligne]. Dernière modification de la page le 7 mars 2014 à 15:05. [Consulté le 7 mars 2014] Disponible à l'adresse : <http://www.worldrobotics.org/index.php?id=about-ifr>

Accélérateur linéaire de particules robotisé et table de positionnement robotisée (pour radiothérapie et radiochirurgie stéréotaxique). medicalespo.fr [en ligne] Dernière modification de la page le 6 mai 2014 à 14:03. [Consulté le 6 mai 2014] Disponible à l'adresse : <http://www.medicalespo.fr/prod/accuray/accelerateurs-lineaires-particules-robotises-tables-positionnement-robotisees-radiotherapies-radiochirurgies-stereotactiques-70693-511109.html>

All-time-high for industrial robots in 2013. worldrobotics.org [en ligne]. Dernière modification de la page le 7 mars 2014 à 15:05. [Consulté le 7 mars 2014] Disponible à l'adresse : [http://www.worldrobotics.org/index.php?id=home&news\\_id=272](http://www.worldrobotics.org/index.php?id=home&news_id=272)

ANDERSON, Chris. 1 février 2013. Time Magazine cover (with invited piece by me). diydrones.com [en ligne]. Dernière modification de la page le 6 mai 2014 à 15:01. [Consulté le 6 mai 2014] Disponible à l'adresse : <http://diydrones.com/profiles/blogs/time-magazine-cover-with-invited-piece-by-me?id=705844%3ABlogPost%3A1108907&page=5>

ASIMOV, Isaac. 1968. The rest of the robots. Collins. ISBN : 978-0586025949

Association - IFR International Federation of Robotics. ifr.org [en ligne]. Dernière modification de la page le 7 mars 2014 à 15:06. [Consulté le 7 mars 2014] Disponible à l'adresse : <http://www.ifr.org/association>

Astromobile. Wikipédia : l'encyclopédie libre [en ligne]. Dernière modification de la page le 17 février 2014 à 14:27. [Consulté le 12 mars 2014] Disponible à l'adresse : <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Astromobile&oldid=101337903>

AUDITION ROBOTISEE. 8 mars 2013. crime-expertise.org [en ligne]. Dernière modification de la page le 6 mai 2014 à 15:25. [Consulté le 6 mai 2014] Disponible à l'adresse : <http://crime-expertise.org/investigation-scene-de-crime/audition-robotisee>

BlueBotics. Mai 2013. L'enjeu des robots industriels [document PDF]. Dossier. Disponible à l'adresse : <http://www.bluebotics.com/wp-content/uploads/2013/05/1305-Swiss-Engineering.pdf>

CABUT, Sandrine. 18 avril 2011. Ces robots qui améliorent la précision chirurgicale. sante.lefigaro.fr [en ligne] Dernière mise à jour du site le 6 mars 2014 à 10:49 [Consulté le 06 mars 2014] Disponible à l'adresse : <http://sante.lefigaro.fr/actualite/2011/04/18/10833-ces-robots-qui-ameliorent-precision-chirurgicale>

Canard digérateur. Wikipédia : l'encyclopédie libre [en ligne]. Dernière modification de la page le 19 mars 2014 à 16:18. [Consulté le 6 mai 2014] Disponible à l'adresse : [http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Canard\\_dig%C3%A9rateur&oldid=102193712](http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Canard_dig%C3%A9rateur&oldid=102193712)

Centrales vapeurs Siemens Dressman TJ 10001. clubic.com [en ligne] Dernière modification de la page le 6 mai à 15:52. [Consulté le 6 mai 2014] Disponible à l'adresse : <http://www.clubic.com/shopping-96694-3-siemens-dressman-tj-10001.html>

China to send its 'jade rabbit' rover to moon in early December: media. 26 novembre 2013. japantimes.co.jp [en ligne] Dernière modification de la page le 6 mai 2014 à

15:35. [Consulté le 6 mai 2014] Disponible à l'adresse : <http://www.japantimes.co.jp/news/2013/11/26/asia-pacific/science-health-asia-pacific/china-to-send-its-jade-rabbit-rover-to-moon-in-early-december-media/>

Clepsydre. users.polytech.unice.fr [en ligne]. 02.01.2014. [Consulté le 2 janvier 2014]. Disponible à l'adresse : <http://users.polytech.unice.fr/~strombon/Formation/TL.2000/Groupe5/Horlogerie/Clepsydre.htm>

Drone. Wikipédia : l'encyclopédie libre [en ligne]. Dernière modification de la page le 11 mars 2014 à 09:38. [Consulté le 11 mars 2014] Disponible à l'adresse : <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Drone&oldid=101823118>

eEric78 [pseudonyme], 2013. De mon point de vue à part au niveau com, il n'y aucun voyant au vert! humanoides.fr [en ligne]. 16 décembre 2013. [Consulté le 28 mars 2014]. Disponible à l'adresse : <http://www.humanoides.fr/2013/12/16/nao-bientot-en-vente-pour-le-grand-public>

eEric78 [pseudonyme], 2013. Faire rêver les gens? Il est peut être là le problème? humanoides.fr [en ligne]. 16 décembre 2013. [Consulté le 28 mars 2014]. Disponible à l'adresse : <http://www.humanoides.fr/2013/12/16/nao-bientot-en-vente-pour-le-grand-public>

Espace public. Wikipédia : l'encyclopédie libre [en ligne]. Dernière modification de la page le 20 mars 2013 à 00:54. [Consulté le 5 mai 2014] Disponible à l'adresse : [http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Espace\\_public&oldid=90949202](http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Espace_public&oldid=90949202)

ExoMars Mission (2018). exploration.esa.int [en ligne]. Dernière modification de la page le 14 mars 2014 à 20:38. [Consulté le 6 mai 2014] Disponible à l'adresse : <http://exploration.esa.int/mars/48088-mission-overview/>

Foster-Miller TALON. Wikipédia : l'encyclopédie libre [en ligne]. Dernière modification de la page le 26 février 2014 à 13:00. [Consulté le 12 mars 2014] Disponible à l'adresse : [http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Foster-Miller\\_TALON&oldid=597217081](http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Foster-Miller_TALON&oldid=597217081)

FOUNTAIN, Henry, 26 Décembre 2011. Graceful Moves, for a Boy Made of Metal. nytimes.com [en ligne]. 06.01.2014 [Consulté le 06 janvier 2014] Disponible à l'adresse : <http://www.nytimes.com/2011/12/27/science/maillardet-automaton-inspired-martin-scorseses-film-hugo.html?pagewanted=all&r=0>

Frankenstein ou le Prométhée moderne. Wikipédia : l'encyclopédie libre [en ligne]. Dernière modification de la page le 9 janvier 2014 à 22:05. [Consulté le 13 février 2014] Disponible à l'adresse : [http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Frankenstein\\_ou\\_le\\_Prom%C3%A9th%C3%A9e\\_moderne&oldid=100090401](http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Frankenstein_ou_le_Prom%C3%A9th%C3%A9e_moderne&oldid=100090401)

GARNIER, Manon. 19 décembre 2013. L'intelligence artificielle, une priorité dans de nombreux secteurs. atelier.net [en ligne]. Dernière mise à jour du site le 20 février 2014 [Consulté le 20 février 2014] Disponible à l'adresse : [http://www.atelier.net/trends/articles/intelligence-artificielle-une-priorite-de-nombreux-secteurs\\_426377](http://www.atelier.net/trends/articles/intelligence-artificielle-une-priorite-de-nombreux-secteurs_426377)

General Atomics MQ-9 Reaper. Wikipédia : l'encyclopédie libre [en ligne]. Dernière modification de la page le 11 mars 2014 à 08:14. [Consulté le 12 mars 2014] Disponible à l'adresse : [http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=General\\_Atomics\\_MQ-9\\_Reaper&oldid=101965047](http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=General_Atomics_MQ-9_Reaper&oldid=101965047)

GeorgeHarliono. 6 novembre 2012. Robots! georgepianoworld.blogspot.ch [en ligne] Dernière mise à jour du site le 20 mars 2014 à 01:17 [Consulté le 06 mars 2014] Disponible à l'adresse : <http://georgepianoworld.blogspot.ch/2012/11/robots.html>

Gilberto – Tour Guide. bluebotics.com [en ligne]. Dernière modification de la page le 6 mai 2014 à 16:07. [Consulté le 6 mai 2014] Disponible à l'adresse : <http://www.bluebotics.com/mobile-robotics/gilberto/>

Golem. Wikipédia : l'encyclopédie libre [en ligne]. Dernière modification de la page le 9 février 2014 à 00:19. [Consulté le 11 février 2014]. Disponible à l'adresse : <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Golem&oldid=101061545>

Goliath (carro armato). Wikipédia : l'encyclopédie libre [en ligne]. Dernière modification de la page le 11 mars 2014 à 20:38. [Consulté le 6 mai 2014] Disponible à l'adresse : [http://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Goliath\\_\(carro\\_armato\)&oldid=64692680](http://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Goliath_(carro_armato)&oldid=64692680)

Goliath (chenillé). Wikipédia : l'encyclopédie libre [en ligne]. Dernière modification de la page le 24 février 2014 à 11:40. [Consulté le 11 mars 2014] Disponible à l'adresse : [http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Goliath\\_\(chenill%C3%A9\)&oldid=101550810](http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Goliath_(chenill%C3%A9)&oldid=101550810)

GONZALEZ, Robert T., 24.05.2013. If your brain were a computer, how much storage space would it have? io9.com [en ligne]. Dernière mise à jour du site le 19 février 2014 [Consulté le 19 février 2014] Disponible à l'adresse : <http://io9.com/if-your-brain-were-a-computer-how-much-storage-space-w-509687776>

Henri Maillardet. Wikipédia : l'encyclopédie libre [en ligne]. Dernière modification de la page le 20 novembre 2013 à 13:47. [Consulté le 10 janvier 2014] Disponible à l'adresse : [http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Henri\\_Maillardet&oldid=98503516](http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Henri_Maillardet&oldid=98503516)

HEUDIN, Jean-Claude. 2008. Les créatures artificielles : Des automates aux mondes virtuels. Paris : Odile Jacob. ISBN 978-2-7381-2002-1

HEUDIN, Jean-Claude. 2012. ROBOT ERECTUS : Une anthologie des nouvelles fantastiques à l'aube des robots. Paris: Science-eBook. ISBN 979-10-91245-00-5

Histoire & Vision. aldebaran.com [en ligne]. Dernière modification de la page le 28 mars 2014 à 09:52. [Consulté le 28 mars 2014] Disponible à l'adresse : <http://www.aldebaran.com/fr/aldebaran/histoire-vision>

Histoire de l'intelligence artificielle. Wikipédia : l'encyclopédie libre [en ligne]. Dernière modification de la page le 3 février 2014 à 06:17. [Consulté le 18 février 2014] Disponible à l'adresse : [http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Histoire\\_de\\_l%27intelligence\\_artificielle&oldid=100859758](http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Histoire_de_l%27intelligence_artificielle&oldid=100859758)

Horloge astronomique de Strasbourg. Wikipédia : l'encyclopédie libre [en ligne]. Dernière modification de la page le 10 février 2014 à 03:55. [Consulté le 12 février 2014] Disponible à l'adresse : [http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Horloge\\_astronomique\\_de\\_Strasbourg&oldid=101112331](http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Horloge_astronomique_de_Strasbourg&oldid=101112331)

How Much Does the MQ-9 Reaper Drone Cost? 6 novembre 2012. nation.time.com [en ligne]. Dernière modification de la page le 12 mars 2014 à 10:59. [Consulté le 12 mars 2014] Disponible à l'adresse : <http://nation.time.com/2012/11/06/12548710-60/>

HUG. 10 novembre 2011. Un robot de distribution des médicaments à la pharmacie des HUG [document PDF]. Communiqué de presse. Disponible à l'adresse : [http://www.hug-gc.ch/sites/interhug/files/presse/cp\\_10-11-11.pdf](http://www.hug-gc.ch/sites/interhug/files/presse/cp_10-11-11.pdf)

Husqvarna 330 X. husqvarna.com [en ligne]. Dernière modification de la page le 14 mars 2014 à 14:55. [Consulté le 14 mars 2014] Disponible à l'adresse : <http://www.husqvarna.com/ch/fr/products/robotic-mowers/330-x>

ICHBIAH, Daniel. 2012. Robots, genèse d'un peuple artificiel. Format Kindle. Extrait disponible à l'adresse : <http://ichbiah.online.fr/extraits/robots/robots.htm>. ASIN: B007BY4FZ4

INTELLIGENCE : Définition de l'intelligence. cnrtl.fr [en ligne]. 18.02.2014. [Consulté le 18 Février 2014]. Disponible à l'adresse : <http://www.cnrtl.fr/definition/intelligence>

Intelligence artificielle. Wikipédia : l'encyclopédie libre [en ligne]. Dernière modification de la page le 16 février 2014 à 11:57. [Consulté le 18 février 2014] Disponible à l'adresse : [http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Intelligence\\_artificielle&oldid=101303908](http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Intelligence_artificielle&oldid=101303908)

International Federation of Robotics. 2013. Executive Summary World Robotics 2013 [document PDF]. Document récapitulatif. Disponible à l'adresse : [http://www.worldrobotics.org/uploads/tx\\_zeifr/Executive\\_Summary\\_WR\\_2013.pdf](http://www.worldrobotics.org/uploads/tx_zeifr/Executive_Summary_WR_2013.pdf)

iRobot Roomba 880 Vacuum Cleaning Robot. pcmag.com [en ligne]. Dernière modification de la page le 6 mai 2014 à 15:49. [Consulté le 6 mai 2014] Disponible à l'adresse : <http://www.pcmag.com/article2/0,2817,2426920,00.asp>

iRobot Roomba Vacuum Cleaning Robot. irobot.com [en ligne]. Dernière modification de la page le 14 mars 2014 à 13:17. [Consulté le 14 mars 2014] Disponible à l'adresse : <http://www.irobot.com/us/learn/home/roomba.aspx>

iRobot Scooba 450. haushalts-robotic.de [en ligne]. Dernière modification de la page le 6 mai 2014 à 15:47. [Consulté le 6 mai 2014] Disponible à l'adresse : <http://www.haushalts-robotic.de/irobot-scooba-450/>

iRobot Scooba Floor Scrubbing Robot. irobot.com [en ligne]. Dernière modification de la page le 14 mars 2014 à 13:17. [Consulté le 14 mars 2014] Disponible à l'adresse : <http://www.irobot.com/us/learn/home/scooba.aspx>

Isaac Asimov. Wikipédia : l'encyclopédie libre [en ligne]. Dernière modification de la page le 8 février 2014 à 01:50. [Consulté le 11 février 2014] Disponible à l'adresse : [http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Isaac\\_Asimov&oldid=101016246](http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Isaac_Asimov&oldid=101016246)

Johann, 2013. Histoire de la robotique – Chronologie. GoTronic.fr [en ligne]. 28.12.2013. [Consulté le 28 décembre 2013]. Disponible à l'adresse : <http://www.gotronic.fr/ins-histoire-de-la-robotique-49.htm>

KATO, Ichiro. 1985. WABOT -WAseda roBOT-. humanoid.waseda.ac.jp [en ligne]. Dernière mise à jour du site le 28 Février 2007 à 13:51 [Consulté le 04 mars 2014] Disponible à l'adresse : [http://www.humanoid.waseda.ac.jp/booklet/kato\\_2.html](http://www.humanoid.waseda.ac.jp/booklet/kato_2.html)

KR 6 R900 sixx WP (KR AGILUS). kuka-robotics.com [en ligne] Dernière mise à jour du site le 6 mars 2014 à 10:49 [Consulté le 06 mars 2014] Disponible à l'adresse : [http://www.kuka-robotics.com/switzerland/fr/products/industrial\\_robots/small\\_robots/kr6\\_r900\\_sixx\\_wp/sart.htm](http://www.kuka-robotics.com/switzerland/fr/products/industrial_robots/small_robots/kr6_r900_sixx_wp/sart.htm)

Le premier robot KUKA (1973). kuka-robotics.com [en ligne] Dernière mise à jour du site le 6 mars 2014 à 10:49 [Consulté le 06 mars 2014] Disponible à l'adresse : <http://www.kuka-robotics.com/fr/company/group/milestones/1973.htm>

Les Automates Jaquet-Droz. mahn.ch [en ligne]. 02.01.2014 [Consulté le 02 janvier 2014] Disponible à l'adresse : <http://www.mahn.ch/collections-arts-appliques-automates>

Les machines volantes des anciens Grecs. kotsanas.com [en ligne]. 02.01.2014 [Consulté le 02 janvier 2014] Disponible à l'adresse : <http://www.kotsanas.com/fr/exh.php?exhibit=2001001>

Les théâtres automatiques des Grecs de l'Antiquité. kotsanas.com [en ligne]. 02.01.2014 [Consulté le 02 janvier 2014] Disponible à l'adresse : <http://www.kotsanas.com/fr/exh.php?exhibit=0101001>

libertasoccidentalis09. 20 décembre 2009. Médecine : Robot chirurgical Da Vinci .... une première médicale ! libertasoccidentalis.org [en ligne] Dernière modification de la page le 6 mai 2014 à 13:58. [Consulté le 6 mai 2014] Disponible à l'adresse : <http://www.libertasoccidentalis.org/?p=63>

Liste des robots commerciaux ou de laboratoire. Wikipédia : l'encyclopédie libre [en ligne]. Dernière modification de la page le 19 février 2014 à 10:29. [Consulté le 06 mars 2014] Disponible à l'adresse : <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Liste des robots commerciaux ou de laboratoire&oldid=101390668>

Lucrèce. 21 mars 2011. L'invention de la roue (-3500). Histoire-pour-tous.fr [en ligne]. Dernière modification de la page le 28 décembre 2013. [Consulté le 28 décembre 2013]. Disponible à l'adresse : <http://www.histoire-pour-tous.fr/inventions/71-invention-de-la-roue.html>

NAO bientôt en vente pour le grand public ? humanoïdes.fr [en ligne]. Dernière modification de la page le 28 mars 2014 à 10:17. [Consulté le 28 mars 2014] Disponible à l'adresse : <http://www.humoïdes.fr/2013/12/16/nao-bientot-en-vente-pour-le-grand-public/>

NAOqi OS, une révolution dans la robotique humanoïde. aldebaran.com [en ligne]. Dernière modification de la page le 28 mars 2014 à 09:52. [Consulté le 28 mars 2014] Disponible à l'adresse : <http://www.aldebaran.com/fr/solution-robotique/logiciel-robot/nao>

OSHA Technical Manual (OTM), Section IV: Chapter 4. osha.gov [en ligne] Dernière modification de la page le 6 mai 2014 à 13:43. [Consulté le 6 mai 2014] Disponible à l'adresse : [https://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm\\_iv/otm\\_iv\\_4.html](https://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm_iv/otm_iv_4.html)

PackBot. Wikipédia : l'encyclopédie libre [en ligne]. Dernière modification de la page le 8 janvier 2014 à 14:29. [Consulté le 12 mars 2014] Disponible à l'adresse : <http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=PackBot&oldid=589773615>

PEARCE, Jeremy. 15 août 2011. George C. Devol, Inventor of Robot Arm, Dies at 99. nytimes.com [en ligne] Dernière modification de la page le 6 mai 2014 à 13:46. [Consulté le 6 mai 2014] Disponible à l'adresse : [http://www.nytimes.com/2011/08/16/business/george-devol-developer-of-robot-arm-dies-at-99.html?\\_r=0](http://www.nytimes.com/2011/08/16/business/george-devol-developer-of-robot-arm-dies-at-99.html?_r=0)

PETIT, Mathieu, 2005. Génération d'émotions pour le robot MAPH [en ligne]. Université de Bretagne Sud. Stage de Master recherche en Interactions Homme-Machine. [Consulté le 12 février 2014]. Disponible à l'adresse : [http://www.aromate.org/papers/rapport\\_dea.pdf](http://www.aromate.org/papers/rapport_dea.pdf)

Pinocchio. Wikipédia : l'encyclopédie libre [en ligne]. Dernière modification de la page le 1 mai 2014 à 07:31. [Consulté le 3 mai 2014] Disponible à l'adresse : <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Pinocchio&oldid=103409235>

PRASAD, Ram. 9 septembre 2003. Man vs Machine – the endless fascination. en.chessbase.com [en ligne]. Dernière mise à jour du site le 20 février 2014 [Consulté le 20 février 2014] Disponible à l'adresse : <http://en.chessbase.com/post/man-vs-machine-the-endle-fascination>

Prix Loebner. Wikipédia : l'encyclopédie libre [en ligne]. Dernière modification de la page le 18 septembre 2013 à 00:01. [Consulté le 18 février 2014] Disponible à l'adresse : [http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Prix\\_Loebner&oldid=96754125](http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Prix_Loebner&oldid=96754125)

Programme ExoMars. Wikipédia : l'encyclopédie libre [en ligne]. Dernière modification de la page le 10 février 2014 à 01:57. [Consulté le 13 mars 2014] Disponible à



l'adresse :  
[http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Programme\\_ExoMars&oldid=101110491](http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Programme_ExoMars&oldid=101110491)

Pygmalion et Galatée. Wikipédia : l'encyclopédie libre [en ligne]. Dernière modification de la page le 26 avril 2014 à 22:45. [Consulté le 3 mai 2014] Disponible à l'adresse :  
[http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Pygmalion\\_et\\_Galat%C3%A9e&oldid=103243418](http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Pygmalion_et_Galat%C3%A9e&oldid=103243418)

Qui est NAO? aldebaran.com [en ligne]. Dernière modification de la page le 28 mars 2014 à 09:52. [Consulté le 28 mars 2014] Disponible à l'adresse :  
<http://www.aldebaran.com/fr/qui-est-nao>

R. U. R. (Rossum's Universal Robots). Wikipédia : l'encyclopédie libre [en ligne]. Dernière modification de la page le 4 janvier 2014 à 16:27. [Consulté le 11 février 2014] Disponible à l'adresse :  
[http://fr.wikipedia.org/wiki/R.\\_U.\\_R.\\_%28Rossum%27s\\_Universal\\_Robots%29](http://fr.wikipedia.org/wiki/R._U._R._%28Rossum%27s_Universal_Robots%29)

R. U. R. (Rossum's Universal Robots). Wikipédia : l'encyclopédie libre [en ligne]. Dernière modification de la page le 12 mars 2014 à 22:49. [Consulté le 3 mai 2014] Disponible à l'adresse :  
[http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=R.\\_U.\\_R.\\_\(Rossum%27s\\_Universal\\_Robots\)&oldid=102017427](http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=R._U._R._(Rossum%27s_Universal_Robots)&oldid=102017427)

Radio Waves & Speed of Light. aerospaceweb.org [en ligne] Dernière modification de la page le 6 mai 2014 à 15:27. [Consulté le 6 mai 2014] Disponible à l'adresse :  
<http://www.aerospaceweb.org/question/astronomy/q0254.shtml>

Radiothérapie Hirslanden - Die neue Dimension in der Radiothérapie. 2014. hirslanden.ch [en ligne]. Dernière modification de la page le 7 mars 2014 à 10:18. [Consulté le 7 mars 2014] Disponible à l'adresse :  
[http://www.hirslanden.ch/global/de/startseite/gesundheitsmedizin/weitere\\_hirslandenwebseiten/radiotherapie.html](http://www.hirslanden.ch/global/de/startseite/gesundheitsmedizin/weitere_hirslandenwebseiten/radiotherapie.html)

REKVELD, Joost. 15 février 2007. A cybernetic zoo. joostrekveld.net [en ligne]. Dernière mise à jour du site le 25 février 2014 [Consulté le 25 février 2014] Disponible à l'adresse : <http://www.joostrekveld.net/?p=290>

REKVELD, Joost. The Design of M. Speculatrix. joostrekveld.net [en ligne]. Dernière mise à jour du site le 25 février 2014 [Consulté le 25 février 2014] Disponible à l'adresse : [http://www.joostrekveld.net/wp/?page\\_id=192](http://www.joostrekveld.net/wp/?page_id=192)

REVOY, Nicolas, 2011. Un logiciel d'intelligence artificielle aurait réussi le test de Turing. journaldelascience.fr [en ligne]. Dernière mise à jour du site le 18 février 2014 [Consulté le 18 février 2014] Disponible à l'adresse :  
<http://www.journaldelascience.fr/technologie/articles/un-logiciel-dintelligence-artificielle-aurait-reussi-le-test-de-turing-2223>

Robot dans la littérature. Wikipédia : l'encyclopédie libre [en ligne]. Dernière modification de la page le 8 octobre 2013 à 19:51. [Consulté le 11 février 2014] Disponible à l'adresse :  
[http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Robot\\_dans\\_la\\_litt%C3%A9rature&oldid=97321038](http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Robot_dans_la_litt%C3%A9rature&oldid=97321038)

Robot domestique. Wikipédia : l'encyclopédie libre [en ligne]. Dernière modification de la page le 10 février 2014 à 16:52. [Consulté le 13 mars 2014] Disponible à l'adresse :  
[http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Robot\\_domestique&oldid=101136191](http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Robot_domestique&oldid=101136191)

Robot médical. Wikipédia : l'encyclopédie libre [en ligne]. Dernière modification de la page le 8 février 2014 à 06:19. [Consulté le 6 mars 2014] Disponible à l'adresse :  
[http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Robot\\_m%C3%A9dical&oldid=101019802](http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Robot_m%C3%A9dical&oldid=101019802)

Robot. Wikipédia : l'encyclopédie libre [en ligne]. Dernière modification de la page le 10 février 2014 à 17:23. [Consulté le 12 février 2014]. Disponible à l'adresse : <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Robot&oldid=101137610>

Robotique : NAO, robot humanoïde. 9 février 2011. uncafemonblocnote.fr [en ligne] Dernière mise à jour du site le 6 mai 2014 à 16:04. [Consulté le 6 mai 2014] Disponible à l'adresse : <http://uncafemonblocnote.fr/robotique-nao-robot-humanoïde>

Rovers. airandspace.si.edu [en ligne] Dernière mise à jour du site le 11 septembre 2013 à 15:21. [Consulté le 6 mai 2014] Disponible à l'adresse : [http://airandspace.si.edu/exhibitions/exploring-the-planets/online/tools/tools\\_rover.html](http://airandspace.si.edu/exhibitions/exploring-the-planets/online/tools/tools_rover.html)

Scientific Frontline. sflorg.com [en ligne] Dernière mise à jour du site le 6 mai 2014 à 15:08. [Consulté le 6 mai 2014] Disponible à l'adresse : [https://www.sflorg.com/aviation\\_gallery/uav/uav\\_10?full=1](https://www.sflorg.com/aviation_gallery/uav/uav_10?full=1)

SETRA. 18 juillet 2013. Le congrès américain est d'accord pour vendre des drones Reaper à la France. smartdrones.fr [en ligne] Dernière mise à jour du site le 6 mai 2014 à 14:53. [Consulté le 6 mai 2014] Disponible à l'adresse : <http://www.smartdrones.fr/le-congres-americain-est-daccord-pour-vendre-des-drones-reaper-a-la-france/00924>

Shrimp – On Rough Terrain. bluebotics.com [en ligne] Dernière mise à jour du site le 6 mai 2014 à 15:40. [Consulté le 6 mai 2014] Disponible à l'adresse : <http://www.bluebotics.com/mobile-robotics/shrimp-3/>

SWORDS Combat Robot Opens Possibilities; Perhaps Not the way You'd Expect. 29 août 2013. sarna.net [en ligne] Dernière mise à jour du site le 6 mai 2014 à 14:44. [Consulté le 6 mai 2014] Disponible à l'adresse : <http://www.sarna.net/news/swords-combat-robot-opens-possibilities-perhaps-not-the-way-you-d-expect/>

Titan : Le robot le plus fort du monde (2007). kuka-robotics.com [en ligne] Dernière mise à jour du site le 6 mars 2014 à 10:49. [Consulté le 6 mars 2014] Disponible à l'adresse : <http://www.kuka-robotics.com/switzerland/fr/company/group/milestones/2007.htm>

TONINATO, Aurélie. 10 novembre 2011. Distribution de médicaments : un robot vient prêter main-forte aux HUG. journal.tdg.ch [en ligne]. Dernière modification de la page le 12 mars 2014 à 20:12. [Consulté le 12 mars 2014] Disponible à l'adresse : <http://journal.tdg.ch/geneve/actu/robot-vient-preter-main-forte-hug-2011-11-10>

Toy robot. Wikia.com [en ligne] Dernière mise à jour du site le 8 avril 2014 à 10:15. [Consulté le 6 mai 2014] Disponible à l'adresse : [http://cardfight.wikia.com/wiki/File:Toy\\_robot.jpg](http://cardfight.wikia.com/wiki/File:Toy_robot.jpg)

Unimate. 2013. robothalloffame.org [en ligne]. Dernière mise à jour du site le 21 octobre 2013 à 22:52 [Consulté le 6 mars 2014] Disponible à l'adresse : <http://www.robothalloffame.org/inductees/03inductees/unimate.html>

Universal robots: the history and workings of robotics. thetech.org [en ligne] Dernière modification de la page le 17 août 2007 à 13:42. [Consulté le 06 mars 2014] Disponible à l'adresse : [http://www.thetech.org/exhibits/online/robotics/universal/breakout\\_p11\\_ibm.html](http://www.thetech.org/exhibits/online/robotics/universal/breakout_p11_ibm.html)

Usage des robots. Wikipédia : l'encyclopédie libre [en ligne]. Dernière modification de la page le 19 février 2014 à 11:26. [Consulté le 6 mars 2014] Disponible à l'adresse : [http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Usage\\_des\\_robots&oldid=101392244](http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Usage_des_robots&oldid=101392244)

What is the CyberKnife® System? cyberknife.com [en ligne]. Dernière modification de la page le 7 mars 2014 à 10:14. [Consulté le 7 mars 2014] Disponible à l'adresse : <http://www.cyberknife.com/cyberknife-overview/what-cyberknife.aspx?langtype=1033>

## Annexe 1 : Rapport Robbi – 19.07.2013 / 09.08.2013

Extrait du nombre de destinations par jour (demandées / atteintes)

Destinations					
		19.07.2013		22.07.2013	
Nom	Node	Asked	Reached	Asked	Reached
Toilets	1020	5	2	27	8
Money change	1031	3	0	8	1
Information desk	1035	2	1	16	2
Showers	1021	1	1	11	2
Trolleys	1033	1	0	7	1
Transport free ticket	1034	3	1	5	3
Transport train	1034	0	0	1	0
Special bagages oddsize	1005	0	0	2	1
Special bagages sport	1023	0	0	1	1
Claim swissport	1011	0	0	3	0
Claim dnata	1032	0	0	1	0
<b>Total</b>		<b>15</b>	<b>5</b>	<b>82</b>	<b>19</b>

Tableau résumé des destinations demandées / atteintes totales

Nom	Node	Asked	Reached	%	Annulée
Toilets	1020	262	90	34,35%	172
Money change	1031	103	25	24,27%	78
Information desk	1035	106	30	28,30%	76
Showers	1021	73	15	20,55%	58
Trolleys	1033	75	18	24,00%	57
Transport free ticket	1034	50	24	48,00%	26
Transport train	1034	29	13	44,83%	16
Special bagages oddsize	1005	19	8	42,11%	11
Special bagages sport	1023	12	4	33,33%	8
Claim swissport	1011	53	21	39,62%	32
Claim dnata	1032	21	6	28,57%	15
<b>Total</b>		<b>803</b>	<b>254</b>	<b>31,63%</b>	<b>549</b>

Top et flop des destinations demandées

Top 5 Destinations Asked	
1	Toilets
2	Information desk
3	Money change
4	Trolleys
5	Showers

Flop 5 Destinations Asked	
1	Special bagages sport
2	Special bagages oddsize
3	Claim dnata
4	Transport train
5	Transport free ticket

Top et flop des destinations atteintes

Top 5 Destinations Reached	
1	Transport free ticket
2	Transport train
3	Special bagages oddsize
4	Claim swissport
5	Toilets

Flop 5 Destinations Reached	
1	Showers
2	Trolleys
3	Money change
4	Information desk
5	Claim dnata

## Extrait des temps de trajets par destination (plus long / plus court)

Temps des trajets					
		19.07.2013		22.07.2013	
Nom	Node	Longer	Shorter	Longer	Shorter
Toilets	1020	01:41	00:57	01:49	00:04
Money change	1031	-	-	03:19	03:19
Information desk	1035	01:40	01:40	01:23	01:10
Showers	1021	00:56	00:56	03:31	01:50
Trolleys	1033	-	-	01:09	01:09
Transport free ticket	1034	02:17	02:17	01:22	01:17
Transport train	1034	-	-	-	-
Special bagages oddsize	1005	-	-	00:52	00:52
Special bagages sport	1023	-	-	01:34	01:34
Claim swissport	1011	-	-	-	-
Claim dnata	1032	-	-	-	-

## Statistiques relatives aux temps de trajets totaux

Moyenne des temps de trajets
01:36

Trajet plus long
10:13

Trajet plus court
00:03

## Extrait de statistiques diverses

Statistiques divers					
	Total	19.07.2013	22.07.2013	23.07.2013	24.07.2013
Nombre d'annulation de countdown	106	1	6	5	2
Temps d'inactivité plus long		00:01:07	00:30:54	01:13:59	00:24:40
Emergency error	85	0	1	1	41
Platform lost	27	0	4	3	0

Diagramme circulaire des destinations demandées



Diagramme circulaire des destinations atteintes



Graphique linéaire du nombre de destinations demandées sur le mois

